การพัฒนาต้นแบบเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

PROTOTYPE DEVELOPMENT OF BARCODE AND QRCODE SCANNER FOR INDUSTRIAL USE

นางสาวศิรินารถ ดินดี

MS. SIRINART DINDEE

นางสาวสุชานรี กองพลพรหม

MS. SUCHANAREE KONGPOLPROM

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

PROTOTYPE DEVELOPMENT OF BARCODE AND QRCODE SCANNER FOR INDUSTRIAL USE

MS. SIRINART DINDEE

MS. SUCHANAREE KONGPOLPROM

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL ENGINEERING

SCHOOL OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การพัฒนาต้นแบบเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม
PROTOTYPE DEVELOPMENT OF BARCODE AND QRCODE SCANNER FOR INDUSTRIAL USE

นักศึกษา นางสาวศิรินารถ ดินดี รหัสประจำตัว 60010978
นางสาวสุชานรี กองพลพรหม รหัสประจำตัว 60011083

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

อุดม

(ผศ.ดร.อุดม จันทร์จรัสสุข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การพัฒนาต้นแบบเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม
นักศึกษา	นางสาวศิรินารถ ดินดี นางสาวสุชานรี กองพลพรหม
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2563
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ผศ.ดร. อุดม จันทร์จรัสสุข

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำเพื่อพัฒนาต้นแบบเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม โดยพัฒนาจากตัวโมดูลสแกนเนอร์พื้นฐานที่สามารถหาซื้อได้ตามท้องตลอดและมีราคาที่ประหยัด เพื่อเพิ่มตัวเลือกให้โรงงานขนาดเล็กจนถึงกลางในการนำเทคโนโลยีบาร์โค้ดเข้ามาใช้ในโรงงาน เนื่องจากการเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมปัจจุบันนั้นมีราคาแพง โรงงานขนาดเล็กถึงกลางส่วนใหญ่จึงได้มีการจัดซื้อเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดที่ใช้ในเชิงพาณิชย์มาใช้ทดแทนซึ่งการทำงานนั้นไม่สามารถเป็นในรูปแบบอัตโนมัติได้จึงไม่เหมาะสมกับโรงงานที่มีสายพานการผลิต ในการทำงานของต้นแบบมีการออกแบบให้มี 2 โหมดการทำงาน คือ โหมดอัตโนมัติ และ โหมดตรวจจับ โดยทั้งสองโหมดสามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติ จากนั้นมีการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของต้นแบบ 4 การทดลองคือ ระยะห่างที่เหมาะสม ความเร็วที่มากที่สุด ความเอียง ความสามารถอ่านคิวอาร์โค้ด จากผลการทดลองพบว่าต้นแบบมีประสิทธิภาพเทียบเท่าเครื่องสแกนบาร์โค้ดแบบมือจับ ที่ความเร็ว 1 หน่วย/วินาที และ 1.25 หน่วย/วินาที สามารถตรวจจับบาร์โค้ดบนพื้นผิวเรียบและพื้นผิวโค้งได้ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยแต่ละขนาดของบาร์โค้ดจะต้องตรวจจับที่ระยะที่เหมาะสมที่สุดของขนาดนั้นๆ ในด้านความเอียงพบว่าต้นแบบสามารถตรวจจับบาร์โค้ดได้ 100 เปอร์เซ็นต์ของทั้งพื้นผิวเรียบและพื้นผิวโค้งที่ความเอียง 5 องศา ประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบกับคิวอาร์โค้ด พบว่า สามารถตรวจจับคิวอาร์โค้ดที่ขนาดเล็กที่สุดคือ 12x12 มม. และขนาดใหญ่ที่สุดคือ 60x60 มม. โดย สามารถตรวจจับได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำเมื่อทำการตรวจจับที่ระยะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับขนาดคิวอาร์โค้ดนั้นๆ อีกทั้งมีการออกแบบต้นแบบให้สามารถทำงานและรองรับการเชื่อมต่อกับ SCADA ที่สำคัญในอุตสาหกรรมได้แบบไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Thesis Title	Prototype Development of Barcode and QRcode Scanner for Industrial Use
Student	MS. Sirinart Dindee
	MS. Suchanaree Kongpolprom
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering
	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2020
Thesis Advisor	Asst.Prof. Dr. Udom Janjarassuk

ABSTRACT

The objectives of this research are to develop the prototype of a barcode and QRcode scanner for industrial applications. Developed from a general scanner module to be an alternative option for small to medium size industrial factories to use in factory. Since nowadays, barcode and QRcode scanner for use in industrial factory type have a high price. Therefore, small to medium size industrial factories choose general barcode scanner to use instead which can't work automatically and unsuitable for conveyor belt production line. This prototype was designed to have 2 working modes which are continuous mode and induction mode whereas both modes can work automatically. There are 4 experiments for testing the performance of the prototype as follows, optimal detection distance, maximum speed, inclination experiment, and experiment for QRcode. The results showed that the prototype has capability equivalent to the handheld barcode scanner type. The speed of the prototype is 1 unit/second and 1.25 units/second with 100% detection on both flat surface and curved surface respectively on the condition that each size of barcode need to be detected at the optimal distance. In inclination experiment, the prototype can 100% detect barcode at 5 degree of inclination for both flat surface and curved surface. In experiment for QRcode, the prototype can speedily and precisely detect at the optimal distance. The smallest size of QRcode that prototype can detects is 12x12 mm. The biggest size of QRcode that prototype can detects is 60x60 mm. Moreover, the prototype was designed to support wireless connection to SCADA which is important in industries.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาต้นแบบเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการซึ่งสามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. อุดม จันทร์จรัสสุข อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและอาจารย์ที่ปรึกษาตลอดปีการศึกษานี้ ที่ได้สละเวลาในการให้ความรู้ แนะนำ และให้คำปรึกษาสำหรับปัญหาและช่วยเหลือในการแก้ไขความบกพร่องที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี

ขอขอบพระคุณ ดร. พลชัย โชติปรายนกุล หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่ได้สละเวลาในการให้ความรู้ คำแนะนำแนวทางสำหรับการทำงานในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบพระคุณคณาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการทุกท่าน ที่ให้ความรู้ในทุกๆด้าน ตลอดการศึกษาระดับปริญญาตรี ในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ขอขอบพระคุณ นายกำธร สุขพิมาย และ นายสิทธิชัย บุญกิจ เจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่คอยช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ ระหว่างการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติงาน ขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในส่วนของสถานที่และห้องปฏิบัติการ รวมถึงค่าใช้จ่ายในการวิจัย ตลอดปีการศึกษานี้จนกระทั่งปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ ครอบครัว เพื่อนๆ ที่คอยให้การสนับสนุนในด้านจิตใจ ช่วยเหลือในด้านอื่นๆที่ส่งผลให้ปีการศึกษานี้ผ่านพ้นไปได้ด้วยดี จึงขอขอบพระคุณ ณ ที่นี้ด้วย คณะผู้ดำเนินงานวิจัยหวังว่า ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจศึกษา

นางสาวศิรินารถ ดินดี
นางสาวสุชานรี กองพลพรหม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... **ก**

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... **ข**

กิตติกรรมประกาศ ..... **ค**

สารบัญ ..... **ง**

สารบัญรูป ..... **ช**

สารบัญตาราง ..... **ฌ**

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 2

1.4 สมมติฐานและข้อจำกัดของปริญญานิพนธ์ 3

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 3

1.6 แผนการดำเนินงาน 3

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บาร์โค้ด 6

2.2 คิวอาร์โค้ด 9

2.3 บอร์ด ESP8266 10

2.4 Arduino 11

2.5 บาร์โค้ดสแกนเนอร์ 11

2.5.1 หลักการทำงานของเครื่องอ่านบาร์โค้ด 12

2.5.2 ประเภทของเครื่องอ่านบาร์โค้ด 14

2.6 การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use. Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

หน้า

2.7 กระบวนการสร้าง PCB 16
2.7.1 PCB ประเภทต่างๆ 17
2.7.2 กระบวนการสร้าง PCB 17
2.8 Modbus 18
2.9 Modbus TCP/IP (LAN) 19
2.10 SCADA 19
2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 20

บทที่ 3 การดำเนินงาน

3.1 หลักการและแนวคิดเบื้องต้น 22
3.2 การออกแบบต้นแบบเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ด (Prototype Scanner) 23
3.2.1 การออกแบบการทำงานของต้นแบบ 23
3.2.2 การออกแบบวงจรลำดับการทำงานของวงจร 25
3.2.3 การออกแบบต้นแบบ 27
3.3 การออกแบบเครื่องทดสอบประสิทธิภาพของต้นแบบ (Tester) 27
3.3.1 การออกแบบการทำงานของเครื่องทดสอบประสิทธิภาพ 27
3.3.2 การออกแบบเครื่องทดสอบประสิทธิภาพ 28
3.3.3 การออกแบบมือจับต้นแบบ (Holder) 30
3.4 การออกแบบการทดลองวัดประสิทธิภาพของต้นแบบ 31
3.4.1 การทดลองการทำงานของต้นแบบกับบาร์โค้ด 31
3.4.2 การทดลองการทำงานของต้นแบบกับคิวอาร์โค้ด 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบกับบาร์โค้ด 34

4.1.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบกับบาร์โค้ดใน ด้านระยะที่เหมาะสม 35

4.1.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบกับบาร์โค้ดใน ด้านความเร็ว 38

4.1.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบกับบาร์โค้ดใน ด้านความเอียง 39

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบกับคิวอาร์โค้ด 41

4.3 ผลการแสดงข้อมูลที่ตรวจจับได้จากต้นแบบและการนำไปใช้ 43

4.4 การเปรียบเทียบระหว่างต้นแบบกับเครื่องอ่านบาร์โค้ดแบบมือจับ 48

4.5 ผลการออกแบบตัวต้นแบบ 50

บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผล

5.1 สรุปผล 52

5.2 ข้อเสนอแนะ 53

เอกสารอ้างอิง 54

ภาคผนวก ผ1

ภาคผนวก 1 คำสั่งสำหรับสั่งต้นแบบให้รับข้อมูลและส่งข้อมูลแบบมีสาย ผ1

ภาคผนวก 2 คำสั่งสำหรับสั่งต้นแบบให้รับข้อมูลและส่งข้อมูลแบบมีไร้สาย ผ5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 กราฟเทียบจำนวนครั้งที่ผิดพลาดก่อนและหลังใช้ระบบบาร์โค้ด 2
รูปที่ 2.1 ภาพบาร์โค้ด 1 มิติ 8
รูปที่ 2.2 ภาพบาร์โค้ด 2 มิติ 9
รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของคิวอาร์โค้ด 9
รูปที่ 2.4 แสงที่พาดบนบาร์โค้ด 12
รูปที่ 2.5 การสะท้อนของแสงบนแท่งบาร์โค้ด 12
รูปที่ 2.6 การแปลงสัญญาณบาร์โค้ด 13
รูปที่ 2.7 ลำดับการทำงานของเครื่องอ่านบาร์โค้ด 13
รูปที่ 2.8 หลักการทำงานของเครื่องอ่านบาร์โค้ด 13
รูปที่ 2.9 การสื่อสารระหว่างมาสเตอร์กับสเลฟ 18
รูปที่ 3.1 Flowchart แสดงการทำงานของต้นแบบ 23
รูปที่ 3.2 Flowchart ลำดับการทำงานของต้นแบบเมื่อส่งออกข้อมูลแบบมีสาย 24
รูปที่ 3.3 Flowchart ลำดับการทำงานของต้นแบบเมื่อส่งออกข้อมูลแบบไร้สาย 25
รูปที่ 3.4 Schematic Diagram ของวงจรต้นแบบ 25
รูปที่ 3.5 แผ่น PCB ของวงจรต้นแบบ 26
รูปที่ 3.6 การออกแบบลักษณะภายนอกของวงจรต้นแบบ 27
รูปที่ 3.7 การออกแบบการทำงานของเครื่องทดสอบประสิทธิภาพ 28
รูปที่ 3.8 การออกแบบของเครื่องทดสอบประสิทธิภาพ 29
รูปที่ 3.9 ส่วนประกอบทั้งหมดของเครื่องทดสอบประสิทธิภาพ 29
รูปที่ 3.10 อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบมือจับ 30
รูปที่ 3.11 การประกอบระหว่างที่เสียบและอลูมิเนียมโปรไฟล์ 31
รูปที่ 4.1 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบกับบาร์โค้ดสำหรับพื้นผิวเรียบ 35
รูปที่ 4.2 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบกับบาร์โค้ดสำหรับพื้นผิวโค้ง 35
รูปที่ 4.3 การทดลองของต้นแบบกับคิวอาร์โค้ด 41
รูปที่ 4.4 การแสดงผลข้อมูลบน Microsoft Excel 44
รูปที่ 4.5 การเปิดใช้งาน OPC UA Server บน Ignition Software 44
รูปที่ 4.6 การตั้งค่า Hostname และ Port 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 4.7 การกำหนดค่า address ของ Modbus TCP 46
รูปที่ 4.8 การแปลงรหัสแอสกี้ให้เป็นตัวอักษร 47
รูปที่ 4.9 การแสดงผลบน Designer Launcher 47
รูปที่ 4.10 เครื่องอ่านบาร์โค้ด Honeywell scanner 1300g-2 48
รูปที่ 4.11 กล่องพลาสติกสำหรับลักษณะภายนอกของต้นแบบ 51
รูปที่ 4.12 ลักษณะภายนอกของต้นแบบ 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 รายละเอียดการดำเนินงานของงานวิจัย 4
ตารางที่ 3.1 การทดลองตรวจสอบประสิทธิภาพของต้นแบบกับบาร์โค้ด 32
ตารางที่ 3.2 การทดลองตรวจสอบประสิทธิภาพของต้นแบบกับคิวอาร์โค้ด 33
ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านระยะที่เหมาะสมที่สุดของพื้นผิวเรียบ 36
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านระยะที่เหมาะสมที่สุดของพื้นผิวโค้ง 37
ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านความเร็วสูงสุดของพื้นผิวเรียบ 38
ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านความเร็วสูงสุดของพื้นผิวโค้ง 39
ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านความเอียงของพื้นผิวเรียบ 40
ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านความเอียงของพื้นผิวโค้ง 40
ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานกับคิวอาร์โค้ด 41
ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานกับคิวอาร์โค้ด (ต่อ) 42
ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานกับคิวอาร์โค้ด (ต่อ) 43
ตารางที่ 4.8 การจับเวลาเบื้องต้นของเครื่องแสกนบาร์โค้ดแบบมือจับ 49
ตารางที่ 4.9 การจับเวลาตามจำนวนครั้งที่เหมาะสมของ Maytag 49
ตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบระหว่างเครื่องสแกนแบบมือจับกับต้นแบบเครื่องสแกน 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 1
บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียด ขอบเขต และคำจำกัดความของงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาต้นแบบเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ดังแสดงในหัวข้อต่อไปนี้

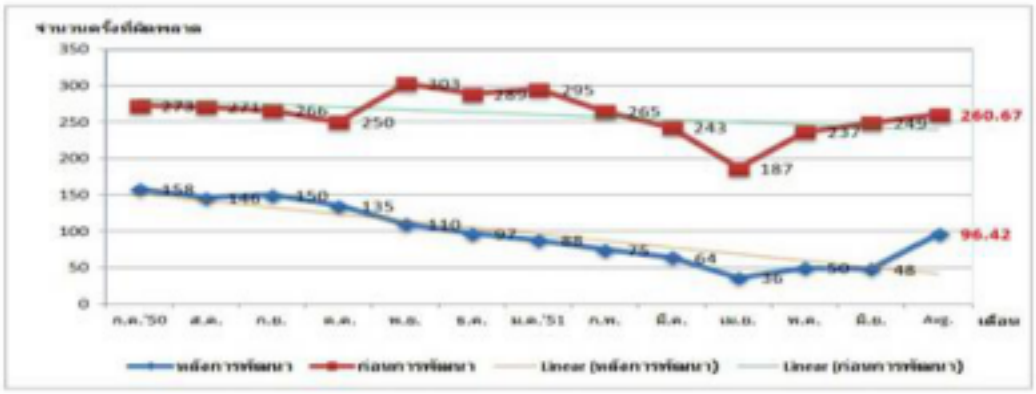
1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา
2. วัตถุประสงค์การศึกษา
3. ขอบเขตของปริญญานิพนธ์
4. สมมติฐานและข้อจำกัดของปริญญานิพนธ์
5. ขั้นตอนการดำเนินงาน
6. แผนการดำเนินงาน
7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในสภาวการณ์ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาเป็นบทบาทสำคัญของภาคอุตสาหกรรมเพื่อให้สามารถตอบสนองการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วของยุคสมัย นอกจากนั้นยังเพื่อความได้เปรียบเชิงธุรกิจ เพราะการนำเทคโนโลยีเข้ามามีส่วนในกระบวนการในอุตสาหกรรมสามารถพัฒนาและควบคุมกระบวนการนั้นให้เป็นอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และยังสามารถอำนวยความสะดวกให้กระบวนการนั้น ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวมานั้นล้วนแล้วแต่เป็นวัตถุประสงค์ของโรงงานอุตสาหกรรมไม่ว่าจะเป็นขนาดใดก็ตาม โดยเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในนั้นมีหลายประเภทด้วยกัน หนึ่งในเทคโนโลยีที่นิยมใช้มากที่สุดคือ เทคโนโลยีระบบบาร์โค้ด

ระบบเทคโนโลยีบาร์โค้ด เข้ามามีบทบาทอย่างมากในกระบวนการหลายกระบวนการ โดยเฉพาะกระบวนการผลิต ซึ่งการนำระบบบาร์โค้ดเข้ามาใช้ภายในโรงงานอุตสาหกรรมนั้นสามารถสร้างประโยชน์ในหลายด้าน จากงานวิจัยของ นพวรรณ เจริญกิจ และ ปริญญ์ บุญกนิษฐ (2558) [1] พบว่าประโยชน์ที่ได้จากการนำระบบบาร์โค้ดมีหลายข้อ ไม่ว่าจะเป็นประสิทธิภาพของสายการผลิตเพิ่มขึ้น ลดเวลาการทำงานซ้ำซ้อน เกิดความสะดวกในการติดต่อสื่อสารกับหน่วยงาน โดยเฉพาะลดความผิดพลาดของข้อมูลจากความคลาดเคลื่อนในการอ่านเขียนตัวอักษร ดังแสดงในรูปที่ 1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 1.1 กราฟเทียบจำนวนครั้งที่ผิดพลาดก่อนและหลังใช้ระบบบาร์โค้ด

ในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมมีหลายขนาด ซึ่งแต่ละขนาดก็มีกำลังการผลิตและกำลังทรัพย์ที่ไม่เท่ากัน แต่ก็ยังมีความต้องการที่จะนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้งานภายในโรงงาน หนึ่งในเทคโนโลยีนั้น คือ เครื่องสแกนบาร์โค้ด ตามท้องตลาดในปัจจุบันก็มีเครื่องสแกนบาร์โค้ดที่เหมาะกับการใช้ภายในโรงงานอุตสาหกรรมจำหน่ายซึ่งมีราคาค่อนข้างสูง รวมถึงประสิทธิภาพการทำงานก็สูงตามราคาเช่นกัน หากเป็นโรงงานขนาดเล็กถึงกลางการจะจัดหาเครื่องสแกนบาร์โค้ดแบบนี้มาใช้ ก็อาจใช้ได้ไม่เต็มประสิทธิภาพและที่สำคัญไม่คุ้มกับการลงทุน จึงจัดหาเครื่องสแกนบาร์โค้ดที่เหมาะกับการใช้ในเชิงพาณิชย์มาใช้แทน เครื่องสแกนบาร์โค้ดที่ใช้ในเชิงพาณิชย์นั้นค่อนข้างเหมาะกับงานที่ไม่ต้องทำเวลา ไม่เหมือนกับงานที่เป็นงานในสายการผลิต ที่จำเป็นต้องอาศัยความเร็วและความแม่นยำในการทำงาน ในเรื่องของกำลังการผลิตนั้นอาจไม่ได้ผลตามที่ต้องการมากนัก จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น จึงเป็นที่มาของการพัฒนาต้นแบบเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อเพิ่มทางเลือกให้กับโรงงานอุตสาหกรรม และส่งเสริมการนำเทคโนโลยีเข้าไปประยุกต์ใช้ภายในโรงงานอุตสาหกรรม

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อสร้างต้นแบบเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมอุปโภคบริโภคขนาดเล็กไปจนถึงขนาดกลาง โดยพัฒนาจากตัวโมดูลพื้นฐานที่สามารถหาซื้อได้ตามท้องตลาด
2. เพื่อเพิ่มทางเลือกให้กับโรงงานอุตสาหกรรมอุปโภคบริโภคที่มีขนาดเล็กไปจนถึงขนาดกลาง ในการเลือกเทคโนโลยีคือเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดเข้ามาใช้ในระบบการผลิต
3. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและกำลังในการผลิต ลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นภายในโรงงานอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. สร้างตัวต้นแบบเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมอุปโภค

บริโภค ประเภทสินค้าสะดวกซื้อ (Convenience Goods) ที่มีบรรจุภัณฑ์แบบกล่องหรือขวด และมีสายพานลำเลียงในสายการผลิต

2. ขนาดของขวดใช้เป็นขวดนมเปรี้ยวยี่ห้อดัชมิลล์ ขนาด 400 ml เพื่อให้ง่ายต่อการจัดหา

3. ต้นแบบเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ด สามารถอ่านได้ทั้งคิวอาร์โค้ดและบาร์โค้ด ความเร็วของการสแกน ต้องไม่น้อยกว่า 1 ชิ้นต่อวินาที สามารถอ่านบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดที่ติดบนพื้นผิวเรียบและโค้ง (ทรงกระบอก) รวมไปถึงโค้ดเอียงได้

4. ใช้โมดูลสแกนเนอร์ต่อกับอาดูโน่เพื่อสั่งงานสแกนเนอร์ในฐานะ input

5. สร้างเครื่องทดสอบที่สามารถปรับระยะของต้นแบบเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ด สามารถเพิ่มความเร็วการหมุน เพื่อทดสอบความสามารถและประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องต้นแบบสูงสุด

6. กำหนดคุณลักษณะและความสามารถในการทำงานของตัวต้นแบบเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ด

7. ตัวชี้วัดประสิทธิภาพสำหรับงานวิจัยนี้ ได้แก่ ระยะห่างของเครื่องสแกนกับบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ด ความเร็วในการสแกน และ ขนาดของบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ด

1.4 สมมติฐานและข้อจำกัดของปริญญานิพนธ์

โมดูล (Module) ที่นำมาพัฒนาสามารถอ่านโค้ดได้ 100% ที่ความเร็ว 1 ชิ้นต่อวินาที สามารถอ่านโค้ดที่เอียงเข้าออกที่ 5 และ 10 องศาได้ และมีความแม่นยำ

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาการทำงานของเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีขายตามท้องตลาด

2. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่จำเป็นต่อการสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์

3. จัดหาอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์

4. สร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์และตัวทดสอบคุณลักษณะและความสามารถในการทำงานของต้นแบบผลิตภัณฑ์

5. ทดสอบคุณลักษณะและความสามารถในการทำงานของต้นแบบผลิตภัณฑ์

6. สรุปผลและเสนอแนวทางเพื่อใช้การพัฒนาต่อไป

1.6 แผนการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การดำเนินงานวิจัยนี้เริ่มดำเนินงานตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ.2563 และสิ้นสุดเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2564 ซึ่งมีรายละเอียดการดำเนินงาน ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 รายละเอียดการดำเนินงานของงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงาน	พ.ศ.2563					พ.ศ.2564				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. ศึกษาการทำงานของเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีขายตามท้องตลาด	→	→								
2. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่จำเป็นต่อการสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์			→	→						
3. จัดหาอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์			→	→						
4. สร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์และตัวทดสอบคุณลักษณะและความสามารถในการทำงานของต้นแบบผลิตภัณฑ์				→	→	→				
5. ทดสอบคุณลักษณะและความสามารถในการทำงานของต้นแบบผลิตภัณฑ์							→	→		
6. สรุปผลและเสนอแนวทางเพื่อใช้การพัฒนาต่อไป									→	→

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. โรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กไปจนถึงขนาดกลางสามารถจัดหาเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดเข้าไปใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมได้

2. ลดความผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์ (Human Error)

3. เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและกำลังการผลิต

4. ลดต้นทุนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดทำโครงงานปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ มีแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ที่นำมาปรับใช้ในการทำโครงงาน ประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

1. บาร์โค้ด
2. คิวอาร์โค้ด
3. บอร์ด ESP8266
4. Arduino
5. บาร์โค้ดสแกนเนอร์
6. การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์
7. กระบวนการสร้าง PCB
8. Modbus
9. Modbus TCP/IP (LAN)
10. SCADA Software
11. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บาร์โค้ด (barcode)

บาร์โค้ดหรือในภาษาไทยเรียกว่า “รหัสแท่ง” ประกอบด้วยเส้นมืดที่มักเป็นสีดำและเส้นสว่างที่มักเป็นสีขาววางเรียงกันเป็นแนวดิ่ง เป็นรหัสแทนตัวเลขและตัวอักษรใช้เพื่ออำนวยความสะดวกให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถอ่านรหัสข้อมูลได้ง่ายขึ้น โดยใช้เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Scanner) ซึ่งจะทำงานได้รวดเร็วและช่วยลดความผิดพลาดในการคีย์ข้อมูลได้มาก บาร์โค้ดเริ่มกำเนิดขึ้นเมื่อปี 1950 โดยประเทศสหรัฐอเมริกาได้จัดตั้งคณะกรรมการเฉพาะกิจทางด้านพาณิชย์ขึ้นสำหรับค้นคว้ารหัสมาตรฐานและสัญลักษณ์ที่สามารถช่วยกิจการด้านอุตสาหกรรมและสามารถจัดพิมพ์ระบบบาร์โค้ดระบบ UPC-Uniform ขึ้นได้ในปี 1973 ต่อมาในปี 1975 กลุ่มประเทศยุโรปจัดตั้งคณะกรรมการด้านวิชาการเพื่อสร้างระบบบาร์โค้ดเรียกว่า EAN-European Article Numbering สมาคม EAN เติบโตครอบคลุมยุโรปและประเทศอื่นๆ (ยกเว้นอเมริกาเหนือ) และระบบบาร์โค้ด EAN เริ่มเข้ามาในประเทศไทยเมื่อปี 1987

โดยหลักการแล้วบาร์โค้ดจะถูกอ่านด้วยเครื่องสแกนเนอร์ บันทึกข้อมูลเข้าไปเก็บในคอมพิวเตอร์โดยตรงไม่ต้องกดปุ่มที่แท่นพิมพ์ ทำให้มีความสะดวกรวดเร็วในการทำงานรวมถึงอ่านข้อมูลได้อย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ถูกต้องแม่นยำ เชื่อถือได้ และจะเห็นได้ชัดเจนว่าปัจจุบันระบบบาร์โค้ดเข้าไปมีบทบาทในทุกส่วนของอุตสาหกรรมการค้าขาย และการบริการที่ต้องใช้การบริหารจัดการข้อมูลจากฐานข้อมูลในคอมพิวเตอร์ และปัจจุบันมีการประยุกต์การใช้งานบาร์โค้ดเข้ากับการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Mobile Computer) ซึ่งสามารถพกพาได้สะดวก เพื่อทำการจัดเก็บแสดงผล ตรวจสอบ และ ประมวลในด้านอื่นได้อีกด้วย [2] การติดบาร์โค้ดของสินค้านั้นโดยเฉพาะนอกจากจะคำนึงถึงความสะดวกรวดเร็วในการทำงานขึ้นแล้ว ยังจะต้องคำนึงถึงการใช้มาตรฐานการกำหนดเลขหมายที่ได้รับการยอมรับจากทั่วโลกอีกด้วย

ปัจจุบันมาตรฐานที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก มีประมาณ 11 ระบบ [3]

ระบบที่ 1 UPC (Uniform Product Code) แบ่งออกเป็น 4 ประเภท 1. แบบย่อมี 8 หลัก หรือเรียก UPC-E ใช้กับสินค้าที่มีข้อมูลน้อย 2. แบบมาตรฐานมี 12 หลัก หรือเรียก UPC-A ซึ่งเป็นแบบที่นิยมใช้อยู่ทั่วไป 3. แบบเพิ่มตัวเลข 2 หลัก หรือเรียกว่า UPC-A+2 ในกรณีที่ UPC-A เก็บข้อมูลไม่พอ 4. แบบเพิ่มตัวเลข 5 หลัก หรือเรียก UPC-A+5 เพื่อเพิ่มข้อมูลให้มากขึ้น

ระบบที่ 2 EAN (European Article Number) มีการเริ่มใช้เมื่อปี พ.ศ.2519 แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้ 1. แบบย่อมี 8 หลัก หรือเรียก EAN-8 ใช้กับธุรกิจเล็ก มีข้อมูลไม่มาก 2. แบบมาตรฐานมี 13 หลัก [2] หรือเรียก EAN-13 เป็นบาร์โค้ด ที่ประเทศไทยเลือกใช้งาน ซึ่งบาร์โค้ดดังกล่าวจะทำการลงทะเบียนบาร์โค้ดก่อน จึงจะสามารถไปใช้งานกับสินค้าได้โดยมีสถาบันสัญลักษณ์รหัสแท่งไทย (Thai Article Numbering Council) หรือเรียกว่า TANC เป็นองค์กรตัวแทน EAN ภายใต้การดูแลของสภาอุตสาหกรรมกรรมแห่งประเทศไทย ทั้งนี้ ระบบ EAN ที่ประเทศไทยใช้นั้นจะมีลักษณะเป็นเลขชุด 13 หลัก 3. แบบเพิ่มตัวเลข 2 หลัก หรือเรียก EAN-13+12 เพื่อเพิ่มข้อมูล ถ้า EAN-13 บรรจุข้อมูลไม่หมด 4. แบบเพิ่มตัวเลข 5 หลัก หรือเรียก EAN-13+5 เพื่อเพิ่มข้อมูลให้มากขึ้น

ระบบที่ 3 CODE 39 เริ่มใช้ในปี พ.ศ.2517 ในธุรกิจอุตสาหกรรมเป็นบาร์โค้ดระบบแรกที่ใช้รวมกับตัวอักษรได้ เก็บข้อมูลได้มาก

ระบบที่ 4 INTERLEAVE 1 of 5 หรือเรียกว่า ITF เป็นบาร์โค้ดตัวใหญ่ใช้กับหีบบรรจุสินค้าหรือเรียก Cass Code

ระบบที่ 5 CODABAR ถูกพัฒนาขึ้นมาใช้กับธุรกิจเวชภัณฑ์ในปี พ.ศ.2515

ระบบที่ 6 CODE 128 ได้ถูกพัฒนาขึ้นและยอมรับว่าได้ใช้เป็นทางการในสหรัฐอเมริกาเมื่อปี พ.ศ. 2524 นิยมใช้ในวงการดีไซเนอร์และแฟชั่น ปัจจุบันกำลังเริ่มนิยมใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา

ระบบที่ 7 CODE 93 ได้เริ่มพัฒนาขึ้นในปี พ.ศ.2525 ปัจจุบันเริ่มนิยมใช้ในวงการอุตสาหกรรม

ระบบที่ 8 CODE 49 ได้เริ่มพัฒนาขึ้นในปี พ.ศ.2530 โดยพัฒนาจาก CODE 39 ให้บรรจุข้อมูลได้มากขึ้นในพื้นที่เท่าเดิม

ระบบที่ 9 CODE 16 เหมาะสำหรับใช้กับอุตสาหกรรมผลิตสินค้าที่เล็กมาก มีพื้นที่ในการสแกนบาร์โค้ดน้อย เช่น อุปกรณ์อะไหล่ เครื่องใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ระบบที่ 10 ISSN / ISBN (International Standard Book Number) มีการใช้กับหนังสือ และนิตยสาร

ระบบที่ 11 EAN / UCC 128 หรือ Shipping Container Code เป็นระบบใหม่โดยการร่วมมือระหว่าง EAN ของยุโรป และ UCC ของสหรัฐอเมริกา โดยเอาระบบ EAN มาใช้ร่วมกับ CODE 128 เพื่อบอกรายละเอียดของสินค้ามากขึ้น เช่น วันเดือนปีที่ผลิต ครั้งที่ผลิต วันที่สั่งซื้อ จำนวนสี และ จำนวนขนาด เป็นต้น [3]

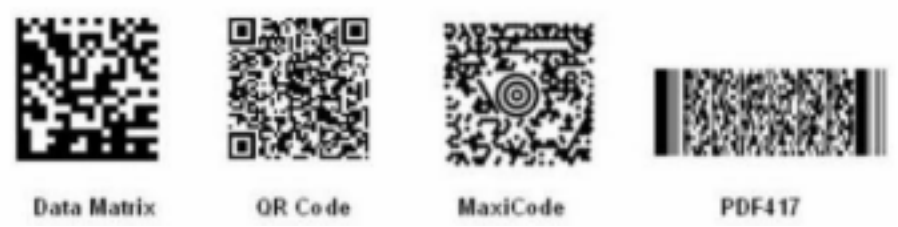
นอกจากการแบ่งประเภทของบาร์โค้ดด้วยระบบ ยังสามารถแบ่งประเภทตามมิติ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทนั่นคือ 1. บาร์โค้ด 1 มิติ (Barcode 1D) มีลักษณะเป็นแถบประกอบด้วยเส้นสีดำสลับกับเส้นสีขาว ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ใช้แทนรหัสตัวเลขหรือตัวอักษรโดยสามารถบรรจุข้อมูลได้ประมาณ 20 ตัวอักษร การใช้งานบาร์โค้ดมักใช้ร่วมกับฐานข้อมูลคือเมื่ออ่านบาร์โค้ดและถอดรหัสแล้วจึงนำรหัสที่ได้ใช้เรียกข้อมูลจากฐานข้อมูลอีกต่อหนึ่งตัวอย่างประเภทของบาร์โค้ด 1 มิติ เช่น Code 39 Code 128 และ Code EAN-13 โดยข้อมูลในตัวบาร์โค้ด คือ "123456789012"

รูปที่ 2.1 ภาพบาร์โค้ด 1 มิติ

ประเภทต่อมาคือ 2. บาร์โค้ด 2 มิติ (Barcode 2D) มีลักษณะการแทนข้อมูลที่เป็นตัวเลขเท่านั้น แต่สำหรับบาร์โค้ดสองมิติจะสามารถบ่งชี้ข้อมูลที่เป็นตัวเลข และตัวอักษรได้ นอกจากนั้นบาร์โค้ดสองมิติจะสามารถจุข้อมูลได้มากกว่าบาร์โค้ดหนึ่งมิติ รูปแบบของบาร์โค้ดสองมิติที่นิยมใช้ โดยทั่วไปคือ QR-Code พัฒนาขึ้นโดยประเทศญี่ปุ่นนิยมใช้ในการเก็บข้อมูลที่มีทั้งตัวเลข และตัวอักษรรวมกัน เช่น URL Website ID Line เป็นต้น Data Matrix พัฒนาโดยประเทศสหรัฐอเมริกานิยมใช้ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ที่ต้องการบาร์โค้ดขนาดเล็กและสามารถจุข้อมูลได้มาก เทคโนโลยีเครื่องอ่านบาร์โค้ดที่เหมาะสำหรับการอ่านบาร์โค้ดสองมิติได้แก่ Array Imager ที่สามารถอ่านได้ทั้งบาร์โค้ดหนึ่งมิติและบาร์โค้ดสองมิติ โดยที่บาร์โค้ด 2 มิตินั้นมีด้วยกัน 4 รูปแบบด้วยกันนั่นคือ 1. Maxicode เป็นลักษณะเหมือนรังผึ้งกระจายอยู่ โดยมีวงกลมตรงกลางพบในการใช้ส่งพัสดุของสหรัฐฯ 2. PDF417 มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า 3. Data Matrix ลักษณะคล้ายกับคิวอาร์โค้ดแต่การถอดรหัสจะทำในเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ทะแยงมุม 4. คิวอาร์โค้ด เป็นบาร์โค้ด 2 มิติที่เป็นที่นิยมมากที่สุดและเครื่องสแกนเนอร์ทั่วไปทุกยี่ห้อสามารถสแกนได้ [4] ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ภาพบาร์โค้ด 2 มิติ

2.2 คิวอาร์โค้ด (QR Code)

QR Code ย่อมาจาก Quick Response เป็นบาร์โค้ด 2 มิติ ที่มีต้นกำเนิดมาจากประเทศญี่ปุ่น โดยบริษัท Denso-Wave ตั้งแต่ปี 1994 คุณสมบัติของ QR Code คือ เป็นสัญลักษณ์แทนข้อมูลที่มีการตอบสนองที่รวดเร็ว ซึ่งส่วนใหญ่จะนำมาใช้กับสินค้าและสื่อโฆษณาเพื่อให้ข้อมูลเพิ่มเติม หรือจะเป็น URL เว็บไซต์ โดยบาร์โค้ด 2 มิตินั้นพัฒนามาจาก บาร์โค้ด 1 มิติ คือเพิ่มแนวนอนเข้ามาทำให้บรรจุข้อมูลเพิ่มขึ้นเป็น 4000 ตัวอักษรหรือ 200 เท่า สามารถใช้ได้หลายภาษาอีกด้วย ส่วนอุปกรณ์ที่ใช้อ่านและถอดรหัสมีตั้งแต่เครื่องอ่านแบบ CCD (ที่อ่านเลเซอร์) ไปจนถึงกล้องในมือถือที่ปัจจุบันได้รับความนิยมเป็นอย่างมากเนื่องด้วยเป็นวิธีที่สะดวกสบาย [4]

รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของคิวอาร์โค้ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 2.3 สีแต่ละสีนั้นมีความหมายดังนี้ สีแดง หมายถึง การวางตำแหน่ง (Position) สีเหลือง หมายถึง รูปแบบของข้อมูล (Format Information) สีฟ้า หมายถึง เวลา (Timing Marks) สีน้ำเงิน หมายถึง เวอร์ชั่นของข้อมูล (Version Information) สีเขียว หมายถึง การเว้นวรรค (Spacing) สีม่วง หมายถึง การวางแนวข้อมูล (Alignment)

2.3 บอร์ด ESP8266

ESP8266 คือชื่อเรียกของชิฟของโมดูล ESP8266 สำหรับติดต่อสื่อสารมาตรฐาน WiFi ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 3.0-3.6 V ทำงานใช้กระแสโดยเฉลี่ย 80 mA ภายในมี Low Power MCU ขนาด 32 bit ทำให้เราเขียนโปรแกรมสั่งงานได้ มีวงจร Analog Digital Converter ทำให้สามารถอ่านค่าจาก Analog ได้ความละเอียด 10 bit ทำงานได้ที่อุณหภูมิ -40 ถึง 125 องศาเซลเซียส เมื่อนำชิฟ ESP8266 มาผลิตเป็นโมดูลหลายรุ่น ก็จะขึ้นต้นด้วย ESP866 แล้วตามด้วยรุ่น เช่น ESP-01 ESP-03 ESP-07 ESP-12E และ ESP8266 ติดต่อกับ WiFi แบบ Serial สามารถเขียนโปรแกรมลงไปในชิฟ โดยใช้ Arduino IDE ได้ โมดูล ESP8266 มีหลายรุ่น และมีรุ่นใหม่พัฒนาออกมา โดยโครงสร้างและขาที่ใช้งานก็จะมีลักษณะคล้ายกันคือ

GPIO0 เป็นขาสำหรับเลือกโหมด โดยเมื่อต่อกับ GND จะเข้าโหมดโปรแกรม เมื่อต้องการให้ทำงานปกติก็ไม่ต้องต่อ

GPIO15 เป็นขาที่ต้องต่อลง GND เพื่อให้โมดูลทำงาน

CH_PD หรือ EN เป็นขาที่ต้องต่อไฟ VCC เพื่อ Pull Up สัญญาณให้โมดูลทำงาน โมดูลบางรุ่นไม่มีขา Reset มาให้ เมื่อต้องการรีเซต ให้ต่อขา CH_PD กับ GND

Reset ต่อกับไฟ VCC เพื่อ Pull Up สัญญาณโดยเมื่อต้องการรีเซต ให้ต่อกับไฟ GND

VCC เป็นขาสำหรับจ่ายไฟเลี้ยง ใช้ไฟเลี้ยง 3.0-3.6 V

GND ต่อกับไฟ 0V

GPIO เป็นขาดิจิตอล INPUT/OUTPUT ทำงานที่ไฟ 3.3 V

ADC เป็นขา Analog INPUT รับแรงดันสูงสุด 1 V ความละเอียด 10 bit หรือ 1024 ค่า

โมดูล ESP8266 รุ่นที่นิยม เช่น ESP-01 ESP-03 ESP-07 และ ESP-12E นอกจากนี้ยังมีบอร์ด ESP8266 ที่รวมวงจร USB TTL เข้าไปทำให้โปรแกรมกับ Arduino ได้ง่ายขึ้น เช่น NodeMCU Wemos D1 และ Wemos Mini

สำหรับการต่อวงจรของ ESP8266 เพื่อเขียนโปรแกรมด้วย Arduino ต้องเปรียบเทียบขา GPIO ให้ถูกต้องในการสั่งงาน การเขียนโปรแกรมอัพโหลดโค้ดลงบอร์ด ESP8266 เกือบทุกรุ่นจะผ่านทาง Serial ที่ขา RX และ TX โดยใช้โมดูล USB TTL ซึ่งต้องเสียเวลาในการต่อวงจรเพื่ออัพโหลดโค้ดอีก ทั้งโมดูล ESP8266 จำนวนหลายรุ่นมีการต่อขาที่เป็นแบบเซอร์เฟสเมาส์ ทำให้ไม่สะดวกกับการต่อทดลองบนบอร์ดทดลอง ดังนั้นจึงมีการรวมโมดูล USB TTL และต่อวงจรขยายขา ESP8266 ให้เป็นขาระยะห่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ขนาด 2.54 mm ซึ่งสามารถเสียบลงบอร์ดทดลองได้พอดี กลายเป็นบอร์ด ESP826 โดยหนึ่งในบอร์ดที่นิยมใช้งานคือ NodeMCU ซึ่งใช้โมดูล ESP8266 ESP-12E [5]

2.4 Arduino

คือแพลตฟอร์ม Open-source ซึ่งมีส่วนที่เป็นทั้ง Software (Arduino Board) และ Hardware (Arduino IDE) สำหรับการสร้างอุปกรณ์ต้นแบบของโปรเจคที่เกี่ยวข้องกับอิเล็กทรอนิคส์ และ Embedded System โดย Arduino นั้นถูกออกแบบมาเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน เหมาะกับผู้เริ่มต้น และสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาต่อยอดได้หลากหลาย โดยมีคำสั่งเริ่มต้นคือ Void Setup และ Void Loop

Arduino Board หรือเรียกอีกอย่างว่า บอร์ด PCB (Printed Circuit Board) ที่ถูกออกแบบมาเป็นพิเศษ โดยมีชิป Microcontroller ที่สามารถโปรแกรมได้สำหรับใช้ในการควบคุม หรือรับค่าจากอุปกรณ์ผ่านพอร์ต Input และ Output ตัวอย่างการรับค่า Input เช่น การอ่านค่าจากตัวรับรู้ การตรวจจับการกดปุ่มหรือการรับสัญญาณ Analog เป็นต้น ส่วนการสั่งงาน Output Arduino ก็สามารถทำได้ เช่น การส่ง Pulse ไปควบคุมมอเตอร์ หรือ การเปิด-ปิดหลอดไฟ LED เป็นต้น นอกจากนี้บอร์ด Arduino ยังสามารถเชื่อมต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกได้หรือเพื่อให้ง่ายขึ้นไปอีกก็มีนักพัฒนาหลายคนได้ทำบอร์ดเสริมหรือ Arduino Shield ออกมา ซึ่งเป็นบอร์ดวงจรอิเล็กทรอนิคส์สำหรับทำงานเฉพาะอย่างที่สามารถต่อขึ้นไปเป็นจำนวนหลายชั้นบนบอร์ด Arduino เช่น Ethernet Shield เป็น Shield ที่มีพอร์ต Ethernet ไว้สำหรับต่อ LAN เป็นต้น ต่อมา Arduino IDE (Arduino Integrated Development Environment) คือ Software ที่ใช้สำหรับเขียนโค้ดคอมไพล์ และ อัพถ่ายโอนโปรแกรมลงบอร์ด Arduino ซึ่งเป็นการบอกกับ Microcontroller ว่าผู้ใช้ต้องการจะให้มันทำงานอะไร เช่น ผู้ใช้สามารถที่จะเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งงานให้หลอด LED เปิด-ปิด หรือกระพริบตามที่เราต้องการได้หรือถ้าผู้ใช้ต่อปุ่ม Pushbutton เพิ่มเติม และทำการเขียนโค้ดเพิ่มอีกเล็กน้อย ทำให้ผู้ใช้จะสามารถควบคุมการเปิดและปิดไฟของหลอด LED ด้วยการกดปุ่มได้ โดยในการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม Arduino นั้นผู้ใช้จะใช้ภาษา Arduino Programming Language ซึ่งมีรากฐานมาจากภาษา Wiring ซึ่งเป็น Open-source Programming Framework สำหรับ Microcontroller นิยมใช้ในงานด้านศิลปะเกี่ยวกับ Interactive Art และการทำ Prototype ส่วน Arduino IDE นั้นก็มีต้นแบบมาจากโปรแกรม Processing Development Environment (PDE) ซึ่งเป็นที่มาของการเขียนโค้ดในรูปแบบ Sketch นั่นเอง [6]

2.5 บาร์โค้ดสแกนเนอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

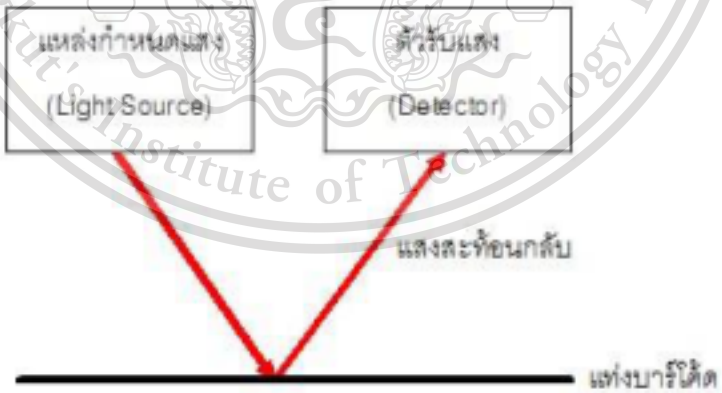
Barcode Scanner หรือ เครื่องอ่านบาร์โค้ด เป็นอุปกรณ์ที่ใช้อ่านข้อมูลที่อยู่ในแท่งบาร์โค้ด แล้วแปลงให้เป็นข้อมูลที่สามารถเข้าใจได้โดยคอมพิวเตอร์

2.5.1 หลักการทำงานของเครื่องอ่านบาร์โค้ด

1. เครื่องอ่าน (Reader) ฉายแสงลงบนแท่งบาร์โค้ด หรือแหล่งกำเนิดแสง (Light Source) ภายในเครื่องอ่านบาร์โค้ดจะฉายแสงลงบนแท่งบาร์โค้ด และกวาดแสงอ่านผ่านแท่งบาร์ ดังรูปที่ 2.4

รูปที่ 2.4 แสงที่พาดบนบาร์โค้ด

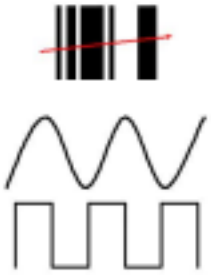
2. รับแสงที่สะท้อนกลับมาจากตัวบาร์โค้ด การอ่านบาร์โค้ดจะใช้หลักการสะท้อนแสงกลับมาที่ตัวรับแสง ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การสะท้อนของแสงบนแท่งบาร์โค้ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

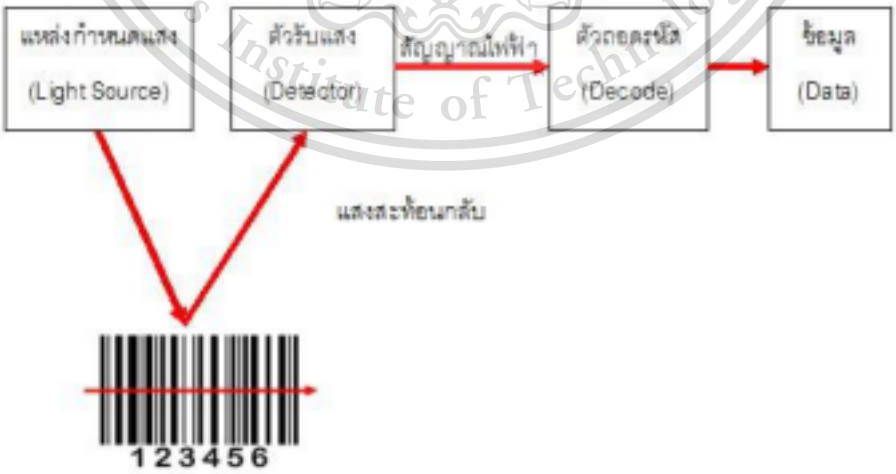
3. เปลี่ยนปริมาณแสงที่สะท้อนกลับมาให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า ภายในเครื่องอ่านบาร์โค้ดจะมีอุปกรณ์เปลี่ยนปริมาณแสง ที่สะท้อนกลับมาให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การแปลงสัญญาณบาร์โค้ด

4. เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นข้อมูลที่นำไปใช้งานได้ สัญญาณไฟฟ้าจะไปเปรียบเทียบกับตารางบาร์โค้ดที่ตัวถอดรหัส (Decoder) และเปลี่ยนให้เป็นข้อมูลที่สามารถนำไปใช้งานได้ ดังรูปที่ 2.7

รูปที่ 2.7 ลำดับการทำงานของเครื่องอ่านบาร์โค้ด



รูปที่ 2.8 หลักการทำงานของเครื่องอ่านบาร์โค้ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สรุปแล้วหลักการทำงานของเครื่องอ่านบาร์โค้ด คือจะฉายแสงลงบนแท่งบาร์โค้ด แล้วรับแสงที่สะท้อนกลับจากแท่งบาร์โค้ด ซึ่งช่องว่างจะสะท้อนแสงได้ดีกว่าแท่งบาร์ จากนั้นปริมาณแสงสะท้อนจะถูกเปลี่ยนไปเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า แล้วถูกส่งต่อไปยังตัวถอดรหัส (Decoder) และแปลงให้เป็นข้อมูลที่สามารถนำไปใช้งานได้ ดังรูปที่ 2.8

2.5.2 ประเภทของเครื่องอ่านบาร์โค้ด

เครื่องอ่านบาร์โค้ดจำแนกออกได้ 2 กลุ่มใหญ่ คือแบ่งประเภทตามการสัมผัส และแบ่งประเภทตามการเคลื่อนย้าย

2.5.2.1 <u>แบ่งประเภทตามการเคลื่อนย้าย</u>

1. เครื่องอ่านบาร์โค้ดแบบเคลื่อนย้ายได้ (Portable) เครื่องอ่านบาร์โค้ดประเภทนี้ส่วนมากจะมีหน่วยความจำในตัวเอง เพื่อเก็บข้อมูลที่อ่านหรือบันทึกด้วยปุ่มกดสามารถนำอุปกรณ์ไปใช้ได้ง่ายโดยสามารถพกพาได้ การอ่านรหัสแต่ละครั้งจะนำเอาเครื่องอ่านเข้าไปยังตำแหน่งที่สินค้าอยู่ ส่วนมากเครื่องอ่านลักษณะนี้จะมีน้ำหนักเบา ส่วนแบบที่ไม่มีหน่วยความจำในตัวเองจะทำงานแบบไร้สายเหมือนโทรศัพท์ไร้สายที่ใช้ภายในบ้านซึ่งมีข้อจำกัดเรื่องระยะทาง

2. เครื่องอ่านบาร์โค้ดแบบยึดติดกับที่ (Fixed Positioning Scanners) เครื่องอ่านบาร์โค้ดประเภทนี้ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ ส่วนมากจะติดตั้งกับด้านข้าง หรือตำแหน่งที่เหมาะสมในแนวทางวิ่งของสายพานลำเลียง เพื่ออ่านรหัสที่ติดกับบรรจุภัณฑ์ และเคลื่อนที่ผ่านไปตามระบบสายพานลำเลียง บางครั้งเครื่องอ่านประเภทนี้จะติดตั้งภายในอุปกรณ์ของระบบสายพานลำเลียงเพื่อให้สามารถอ่านได้โดยอัตโนมัติ อีกรูปแบบที่เราเห็นกันมากคือจะฝังอยู่ที่โต๊ะแคชเชียร์ ตามห้างสรรพสินค้า โดยแคชเชียร์จะนำสินค้าด้านที่มีบาร์โค้ดมาจ่อหน้าเครื่องอ่านที่ถูกฝังไว้กับโต๊ะ หรือตั้งไว้ด้านข้าง เครื่องอ่านจะทำการอ่านบาร์โค้ดโดยอัตโนมัติ เมื่อมีวัตถุเคลื่อนไหวอยู่ข้างหน้าตัวเครื่อง

2.5.2.2 <u>แบ่งประเภทตามการสัมผัส</u>

1. เครื่องอ่านบาร์โค้ดแบบสัมผัส (Contact Scanners) เครื่องอ่านบาร์โค้ดประเภทนี้ เป็นอุปกรณ์ที่เวลาอ่านต้องสัมผัสกับผิวหน้าของรหัสแท่ง แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

- เครื่องอ่านบาร์โค้ดแบบปากกา (Pen Scanner) หรือแวนด์ (Wand) เป็นเครื่องอ่านบาร์โค้ดที่มีลักษณะเหมือนหัวปากกา โดยมีปลายปากกาเป็นอุปกรณ์สำหรับผลิตลำแสงเพื่ออ่านข้อมูล น้ำหนักเบาพกพาสะดวก มีข้อจำกัดเรื่องคุณภาพฉลากต้องดีมาก เพราะหัวอ่านที่สัมผัสบนรหัสแท่งอาจจะทำให้รหัสลบหรือเสียหายได้ เหมาะสำหรับอ่านบาร์โค้ดบนเอกสารหรือคูปอง

- เครื่องอ่านบัตร (Slot Scanner) เป็นเครื่องอ่านบาร์โค้ดที่ใช้อ่านรหัสแท่งจากบัตร หรือวัสดุอื่นโดยต้องรูดบัตรที่มีบาร์โค้ดนั้นลงในช่องเพื่ออ่านข้อมูล เหมาะสำหรับรูดบัตรที่มีบาร์โค้ด อ่านรหัสบาร์โค้ดจากบัตรประจำตัว เพื่อบันทึกเวลาหรือดูข้อมูลด้วยตัวเจ้าของบัตรเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2. เครื่องอ่านบาร์โค้ดแบบไม่สัมผัส (Non-Contact Scanner) เป็นเครื่องอ่านบาร์โค้ดที่มีหลายรูปแบบ จากแบบเรียบง่ายที่ลักษณะคล้ายปืนที่เห็นตามร้านค้าปลีก ไปจนถึงระบบแบบ Pocket PC สามารถอ่านโดยห่างจากรหัสแท่งได้ ทำให้ทำงานได้รวดเร็ว ง่าย และสะดวก โดยแบ่งเป็นหลายชนิดดังนี้

- เครื่องอ่านบาร์โค้ดแบบ CCD (Charge Coupled Device Scanner) เครื่องอ่านบาร์โค้ดประเภทนี้ เป็นเครื่องอ่านราคาถูก โดยการทำงานจะอาศัยการสะท้อนของแสงจากรหัสแท่งและช่องว่าง แล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณวีดีโอ เครื่องอ่านแบบนี้ในขณะอ่านจะไม่มีการเคลื่อนที่ชิ้นส่วน ความแม่นยำจะสูงกว่าแบบเลเซอร์ ใช้พลังงานน้อย อายุการใช้งานของอุปกรณ์ในการสร้างลำแสง (LED) จะยาวนานกว่าเครื่องอ่านบาร์โค้ดแบบนี้ยังเป็นแบบตัดวงจรไฟอัตโนมัติในกรณีที่ไม่มีการใช้งาน

- เครื่องอ่านบาร์โค้ดแบบ Linear Imaging เครื่องอ่านบาร์โค้ดประเภทนี้เป็นเครื่องอ่านบาร์โค้ดที่ใช้หลักการอ่านโดยวิธีจับภาพโดยเลนส์รับภาพเช่นเดียวกับกล้องถ่ายรูป ทำให้ระบบหัวอ่านมีความสามารถในการอ่านในเชิงเรขาคณิตสูงกว่าเครื่องอ่านแบบ CCD สามารถอ่านบาร์โค้ดขนาดเล็กมากได้ เนื่องจากใช้การอ่านด้วยตัวเลนส์รับภาพทำให้จับภาพได้ระยะไกลขึ้น อ่านได้เร็วถึง 100-450 scan ต่อวินาที ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า เครื่องอ่านบาร์โค้ดแบบ Linear Imaging มีความสามารถในการอ่านและความเร็วในการอ่านเหนือว่าการอ่านแบบ CCD แต่มีความทนทานเหมือนกัน และอ่านในระยะไกลได้เทียบเท่ามาตรฐานของเครื่องอ่านบาร์โค้ดแบบเลเซอร์

- เครื่องอ่านบาร์โค้ดแบบเลเซอร์ (Laser Scanner) เครื่องอ่านบาร์โค้ดชนิดนี้มีวิธีการทำงาน คือ เมื่อกดปุ่มอ่านรหัสจะเกิดลำแสงเลเซอร์ซึ่งมีกระจกเงาเคลื่อนที่มารับแสงแล้วสะท้อนไปตกกระทบกับรหัสและผ่านเป็นแนวเส้นตรงเพียงครั้งเดียว ลำแสงที่ยิงออกมาจะมีขนาดเล็กด้วยความถี่เดียว ไม่กระจายออกไปนอกเขตที่ต้องการทำให้สามารถอ่านรหัสที่มีขนาดเล็กได้ดี [7]

2.6 การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์

ขั้นตอนต่อไปนี้เป็นแนวทาง ที่เป็นระบบของการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์

1. ศึกษาค้นคว้าเพื่อกำหนดเป็นปัญหาขึ้นมารวมทั้งหาแนวทางการแก้ไขปัญหาในขั้นต้น
2. กำหนดคุณสมบัติของระบบออกมา รวมทั้งออกแบบแผนการทดสอบระบบ
3. ออกแบบบล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) ของทั้งระบบ
4. ระบุเงื่อนไขข้อกำหนดพื้นฐานในแต่ละบล็อก (Block) เช่น Gain Frequency Response Input Level และ Power Output
5. วิเคราะห์และจำลองการทำงานของบล็อกไดอะแกรม เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของระบบที่ได้ออกแบบ
6. ออกแบบวงจรไฟฟ้าเพื่อแทนที่ในแต่ละบล็อกไดอะแกรม
7. สร้างและทดสอบวงจรในแต่ละส่วนให้ทำงานตามต้องการอาจมีการจำลอง อินพุตและแสดงผลเอาท์พุตด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

8. รวมวงจรทั้งหมดเข้าด้วยกันบนแผงทดสอบวงจร (Breadboard) ทดสอบวงจรตามวิธีที่ได้กำหนดไว้ตั้งแต่แรก

9. สร้างแผงวงจรพิมพ์ (PCB) ที่รวมวงจรทุกอย่างเข้าด้วยกันทำการทดสอบและแก้ไขข้อผิดพลาด

10. ออกแบบกล่องใส่และทดสอบขั้นสุดท้าย

การออกแบบเพื่อสร้างระบบอิเล็กทรอนิกส์เป็นกระบวนการที่มีความซับซ้อน และโดยพื้นฐานแล้วผู้ออกแบบจะออกแบบการทำงานให้ครอบคลุมในขอบเขตใดขอบเขตหนึ่งเป็นพิเศษ หรือเพื่อเข้าจัดการกับงานใดงานหนึ่งเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามข้อกำหนดหลักที่ใช้ในการพิจารณาเพื่อการออกแบบสามารถจำแนกได้ ดังนี้

1. ความแม่น (Accuracy) ของระบบ

2. เงื่อนไขของสภาพแวดล้อมที่จะนำระบบไปใช้งาน เช่น ช่วงของอุณหภูมิ ความสั่นสะเทือน สนามแม่เหล็ก และ ความชื้น เป็นต้น

3. ระดับความเชื่อถือได้ (Reliability) ของระบบ

4. ชนิดของอุปกรณ์ประกอบ เช่น ตัวตรวจจับ (Sensor, Transducer) ในส่วนอินพุต และ ชนิดของตัวแปลงในส่วนเอาท์พุต

5. โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ ที่สามารถนำมาเชื่อต่อกับระบบนี้ได้

6. ระดับความไว (Sensitivity) ของระบบ

7. พฤติกรรมหรือลักษณะของสัญญาณรบกวน (Noise Behavior) ของระบบ

8. ขนาดของอัตราส่วนการขจัดแบบวิธีร่วม (Common-mode Refection Ratio)

9. แบบของรูปร่างหรือองค์ประกอบทางกายภาพของเครื่องมือที่เหมาะสม หรือสะดวกต่อการใช้งานที่สุด [8]

2.7 กระบวนการสร้าง PCB

Printed Circuit Board (PCB) เป็นส่วนประกอบพื้นฐานที่สำคัญของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะใช้เป็นทางเดินสัญญาณไฟฟ้าของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ในวงจรอันจะทำให้วงจรนี้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตามที่ได้ออกแบบไว้ แผ่นวงจรพิมพ์จะประกอบไปด้วยแผ่นฐานที่ทำจากแผ่นฉนวนบาง อัดยึดรวมกันด้วยสารประเภทเทอร์โมเซตติง (Thermosetting) เพื่อรองรับแผ่นตัวนำที่ใช้เชื่อมต่อสัญญาณไฟฟ้าระหว่างอุปกรณ์นิยมใช้ทองแดง ในครั้งแรกนั้นตัวนำที่ใช้เชื่อมต่อทำขึ้นจากการพิมพ์หมึกที่เป็นตัวนำลงไปแนบแผ่นฐานจึงเป็นที่มาของคำว่า Printed Circuit Board หรือ PCB แต่ในปัจจุบันนิยมใช้แผ่นทองแดงบางยึดเข้ากับผิวหน้าของแผ่นฐานด้วยกาวเรียกว่า Metal Clad Laminate ส่วนวัสดุที่ใช้ทำแผ่นฐานที่นิยมกัน ได้แก่ กระดาษชุบฟีนอลิกอัด และ อีพ๊อกซีไฟเบอร์กลาส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

PCB มีหน้าที่หลักในการยึดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้าไว้ด้วยกัน มีตัวนำซึ่งเป็นลายทองแดงทำหน้าที่เป็นทางเดินของสัญญาณไฟฟ้าจากอุปกรณ์ตัวหนึ่งไปสู่ตัวอื่นตามวงจรที่ได้ออกแบบไว้ โดยมีการบัดกรีตะกั่วที่บริเวณขาของอุปกรณ์ที่จุดบัดกรี เพื่อเชื่อมต่อขาของอุปกรณ์เหล่านี้เข้ากับลายทองแดงของวงจรและเพื่อใช้ยึดอุปกรณ์เข้ากับ PCB ไปในตัวอีกด้วย

2.7.1 PCB ประเภทต่าง ๆ

- Single-Sided Boards แบบที่มีลายวงจรเพียงหน้าเดียว
- Double-Sided Boards แผ่นวงจรพิมพ์ชนิดลายวงจรสองด้าน
- Multi-layer Boards แผ่นวงจรพิมพ์หลายชั้น
- Flexible Circuit PCB แผ่นวงจรชนิดอ่อน เห็นแผ่นวงจรพิมพ์ที่ใช้งานเฉพาะที่

2.7.2 กระบวนการสร้าง PCB

- การออกแบบ

1. Schematic Capture การสร้างวงจรด้วยซอฟต์แวร์

2. PCB Layout นำข้อมูลมาอยู่ในรูปเน็ทลิสต์จากวงจรมาเชื่อมกับฟุทปริ้นท์ซึ่งเป็นรูปร่างที่แท้จริงของอุปกรณ์บน PCB รวมกันสร้างเป็นลายวงจร

3. หลังจากจัดสร้าง PCB เสร็จเรียบร้อย ผลลัพธ์ที่ได้คืออาร์ตเวิร์ค หรือแผ่นฟิล์มซึ่งจะมีลายทึบแสงในตำแหน่งลายทองแดง เราจะนำอาร์ตเวิร์คนี้ไปทำแผ่น PCB โดยกระบวนการเคมี

- ขั้นตอนการสร้างชิ้นงาน

1. ก่อนลงมือทำ PCB เริ่มแรกจะต้องทำอาร์ตเวิร์คด้วยคอมพิวเตอร์ ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นไฟล์เพื่อใช้ทำ PCB

2. การเจาะ (Drilling) หลังจากได้มาสเตอร์อาร์ตเวิร์คแล้ว นำแผ่น PCB เปล่าชนิดสองหน้ามาเจาะรูด้วยเครื่องเจาะอัตโนมัติ

3. การชุบทองแดง (Copper Plating) นำ PCB ที่ผ่านการเจาะและล้างทำความสะอาดมาชุบทองแดงด้วยเคมี จะได้ชั้นทองแดงบางเคลือบไว้ จากนั้นนำมาชุบทองแดงด้วยไฟฟ้าอีกครั้งเพื่อเพิ่มความหนาของขั้นทองแดงที่เคลือบ

4. การเคลือบ (Laminate) ทำความสะอาดแผ่น PCB แล้วรีดประกบด้วยแผ่นฟิล์มไวแสง

5. นำแผ่นฟิล์มมาสเตอร์อาร์ตเวิร์ค มาประกบแผ่น PCB ทั้งสองด้านให้ตรงกับรูที่เจาะไว้ ถ่ายผ่านด้วยแสงอุลตร้าไวโอเลตในระยะเวลาที่กำหนด

6. นำ PCB ที่ได้จากการอัดแสง มาใช้น้ำยาเคมีทำให้เนื้อฟิล์มส่วนที่ไม่ถูกแสงหลุดออกไป จะได้ PCB ที่มีฟิล์มขึ้นลายแต่ลายนี้จะกลับตรงข้ามกัน โดยด้านที่ไม่ต้องการจะถูกหุ้มด้วยฟิล์ม ส่วนด้านที่ต้องการจะไม่มีฟิล์มและเห็นเป็นทองแดงอย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

7. การชุบดีบุก (Tin/Lead Plating) นำ PCB ที่มีลายฟิล์มเคลือบอยู่มาชุบดีบุก ซึ่งดีบุกก็จะติดเข้ากับส่วนที่นำไฟฟ้า

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

8. ล้างชั้นของลายเส้น Bry-Film ที่เคลือบ PCB อยู่ออกจะได้แผ่น PCB ที่มีเส้นดีบุกเคลือบอยู่ โดยส่วนที่ไม่ต้องการจะเป็นทางแดงอย่างเดิม ทำการกัดทองแดงออกด้วยวิธีการทางเคมี

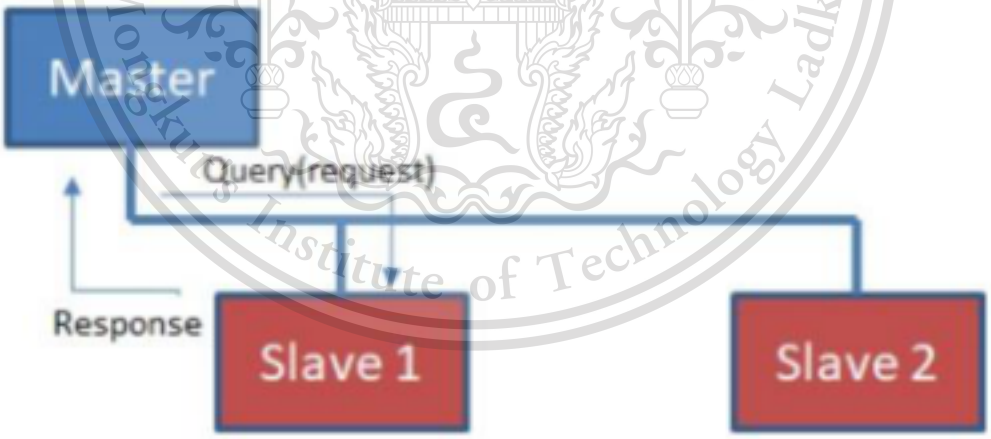
9. อบแผ่น PCB ด้วยไอน้ำมันร้อน

10. ทำการพิมพ์ซิค์สกรีนแผ่นวงจรพิมพ์ที่ผ่านกระบวนการอบด้วยไอน้ำมันร้อนมาแล้วด้วยสีพิเศษที่มีคุณสมบัติทนความร้อน เพื่อป้องกันการช็อตกันของวงจร

11. การตรวจสอบความบกพร่อง [8]

2.8 Modbus

Modbus คือ โปรโตคอล (Protocol) การสื่อสารรับ-ส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ จากรูปที่ 2.9 จะเห็นได้ว่าอุปกรณ์ที่รับข้อมูลและออกคำสั่งจะเรียกว่า มอดบัสมาสเตอร์ (Modbus Master, Client) ภายในระบบสามารถมีได้ตัวเดียว ส่วนอุปกรณ์ที่ตอบสนองต่อคำสั่งจะเรียกว่า มอดบัสสเลฟ (Modbus Slave, Server) ภายในระบบสามารถมีได้หลายตัวแต่จำกัดอยู่ที่ 247 ตัว แต่ละตัวจำเป็นต้องมี ID ระบุไว้อย่างชัดเจน เพื่อให้มาสเตอร์สามารถสั่งงานสเลฟได้ มอดบัสเป็นโปรโตคอลที่บุคคลทั่วไปสามารถพัฒนาอุปกรณ์ที่ใช้การสื่อสารแบบมอดบัสได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใดๆ ดังนั้นจึงนิยมใช้อย่างแพร่หลายในทุกอุตสาหกรรม โดยใช้รับส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ควบคุมกับคอนโทรลเลอร์ (Controller) หรือระบบประมวลผลข้อมูล



รูปที่ 2.9 การสื่อสารระหว่างมาสเตอร์กับสเลฟ

สเลฟสามารถเป็นได้ทั้งอุปกรณ์ต่อพ่วง อุปกรณ์บันทึกข้อมูล (Data Logger) หรืออุปกรณ์เครื่องมือวัดอื่นๆ เช่น อินพุตเอาต์พุตทรานสดิวเซอร์ (Input/Output Transducer) วาล์ว (Valve) และอินเวอร์เทอร์ (Inverter) เป็นต้น ซึ่งประมวลผลและส่งข้อมูลไปยังมาสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

มาสเตอร์จะติดต่อกับสเลฟแต่ละตัวในลักษณะของการบรอดแคสต์ (Broadcast) และสเลฟจะตอบสนองสิ่งที่มาสเตอร์ต้องการเท่านั้น สิ่งที่มาสเตอร์ส่งให้จะประกอบด้วย ตำแหน่งของสเลฟ (Slave Address) คำสั่งหรือสิ่งที่ต้องการให้ทำ (Function Code) ข้อมูล (Data) และ การตรวจสอบความถูกต้อง (Checksum) ส่วนข้อมูลที่สเลฟส่งกลับมาจะประกอบด้วยคำสั่งที่สั่งให้กระทำหรือข้อมูลต่างๆ และ การตรวจสอบความถูกต้อง (Checksum)

มอดบัสแบ่งออกเป็น พอร์ตการสื่อสารแบบอนุกรม (Modbus Serial: ASCII/RTU) RS232 RS485 RS422 และ มอดบัส TCP/IP (LAN) เพื่อให้สอดคล้องกับแนวโน้มการพัฒนาการสื่อสารในปัจจุบัน และทุกอย่างที่สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายอีเทอร์เน็ต (Ethernet) หรืออินเทอร์เน็ต (Internet) เพื่อส่งข้อมูล [9]

2.9 Modbus TCP/IP (LAN)

เป็นโปรโตคอลที่ครอบ Modbus RTU เพื่อใช้การสื่อสารแบบอีเทอร์เน็ต (Ethernet-based protocol) ด้วย TCP/IP (Transmission Control Protocol) ที่พอร์ต (Port) 502 แทนการสื่อสารแบบอนุกรมทำให้อุปกรณ์สามารถสร้างการสื่อสารผ่านเครือข่ายเฉพาะบริเวณ (Local Area Network: LAN) หรือ เครือข่ายอินเตอร์เน็ต (Internet Network) รวมไปถึงการเชื่อมต่อแบบไร้สาย (Wireless) โดยมีอุปกรณ์กระจายสัญญาณ (Router หรือ Access Point) เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อถูกพัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจะนำการสื่อสารแบบอีเทอร์เน็ต มาใช้กับอุปกรณ์จำพวก Ethernet Device โดยสามารถขยายระยะในการสื่อสารได้โดยการใช้อุปกรณ์รีพีตเทอร์ (Repeater) หรือในระบบการสื่อสารผ่านเครือข่ายเฉพาะบริเวณจะเรียกอุปกรณ์นี้ว่าฮับ (Hub) ก็จะสามารถลากสายได้อีก 100 เมตร และยังสามารถต่อรีพีตเทอร์ ขยายระยะทางได้โดยไม่จำกัด ในการสื่อสารโดยทั่วไปมีความเร็ว 100,000,000 บิตต่อวินาที (100 Mbps) และเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้ไม่จำกัดจำนวน เริ่มต้นข้อมูลด้วย Modbus application protocol (MBAP) Header ซึ่งประกอบด้วย Transaction ID Protocol ID Length และ Unit ID ซึ่งเพิ่มเติมขึ้นมาจาก Modbus RTU ส่วนชุดข้อมูลคำสั่งหรือสิ่งที่ต้องการให้ทำและข้อมูลจะยังคงเหมือนเดิมยกเว้นชุดข้อมูล CRC สำหรับเช็คความผิดพลาดจะไม่มี แต่เปลี่ยนไปใช้ของอีเทอร์เน็ตในชั้นสื่อกลางของการส่งข้อมูล (Data Link Layer) แทน [10]

2.10 SCADA

ระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมและแสดงสถานะของอุปกรณ์ต่างๆ (Supervisory Control And Data Acquisition: SCADA) เป็นระบบตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์ (Real-time) ใช้ในการตรวจสอบสถานะตลอดจนถึงควบคุมการทำงานของระบบควบคุมในอุตสาหกรรมและงานวิศวกรรม เช่น งานด้านโทรคมนาคมสื่อสาร การประปา การบำบัดน้ำเสีย การจัดการด้านพลังงาน อุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมัน ก๊าซอุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ การขนส่ง และ กระบวนการนิวเคลียร์ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โรงไฟฟ้า เป็นต้น คำนวณและประมวลผลข้อมูลที่ได้จากฮาร์ดแวร์ เช่น อุปกรณ์ควบคุมพีแอลซี (Programmable Logic Controllers: PLC) คอนโทรลเลอร์ ระบบควบคุมแบบกระจาย (Distributed Control System: DCS) และ หน่วยตรวจวัดระยะไกล (Remote Terminal Unit: RTU) แล้วแสดงข้อมูลทางหน้าจอ หรือส่งสัญญาณควบคุมฮาร์ดแวร์ดังกล่าว สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากระบบควบคุมทั้งหมดไว้ในฐานข้อมูลเพื่อให้พนักงานหรือโปรแกรมอื่น ๆ สามารถนำไปใช้งานได้ SCADA นั้นเข้าไปมีส่วนในงานควบคุมทั้งเล็กและใหญ่ที่ต้องการแสดงผล แลกเปลี่ยนข้อมูล หรือควบคุมระบบต่าง ๆ จากส่วนกลาง เพื่อการทำงานของระบบรวมที่สัมพันธ์กัน มองเห็นภาพรวมได้อย่างชัดเจนและมีความรวดเร็วต่อเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ระบบ SCADA ในปัจจุบันมีความสามารถในการสื่อสาร ควบคุม และประมวลผลข้อมูลจาก I/O ของอุปกรณ์เช่น อุปกรณ์ควบคุมพีแอลซี ระบบควบคุมแบบกระจาย และหน่วยตรวจวัดระยะไกล ได้ถึงระดับที่เกินหนึ่งแสน I/O แล้ว และได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถรองรับความต้องการใหม่ ๆ ของผู้ใช้งานอย่างต่อเนื่องตลอดมา ตัวอย่างซอฟต์แวร์ระบบ SCADA Ignition SCADA Simatic WinCC และ InTouch เป็นต้น [11]

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง “การออกแบบระบบบาร์โค้ดเพื่อควบคุมชิ้นงานในโรงงานอุตสาหกรรมฟอก ย้อม และตกแต่งผ้าผืน” นพวรรณ เจริญกิจ และ ปริญญ์ บุญกนิษฐ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

เพื่อออกแบบและติดตั้งระบบบาร์โค้ดเพื่อควบคุมชิ้นงานระหว่างกระบวนการผลิต ซึ่งนำมาใช้แทนระบบเดิมที่เป็นการป้อนข้อมูลแบบ Manual ในบริษัทกรณีศึกษา ด้วยเทคโนโลยีบาร์โค้ดเพื่อให้เกิดความสะดวกในการทำงาน ซึ่งผลที่ได้จากการประยุกต์ใช้งานระบบใหม่นี้พบว่า ก่อนการปรับปรุงข้อมูลการผลิตพนักงานจะทำการป้อนข้อมูลมีความล่าช้ากว่าเวลาในการปฏิบัติงานจริงถึง 1,440 นาที มีค่าความผิดพลาดในการอ่านข้อมูลเฉลี่ย 260.67 ครั้งต่อเดือน หลังการใช้เทคโนโลยีบาร์โค้ดที่ได้พัฒนาขึ้นใหม่ทำให้มีประสิทธิภาพของข้อมูลเพิ่มขึ้นเป็นแบบ Real-time ความผิดพลาดลดลงเฉลี่ยเหลือ 96.42 ครั้งต่อเดือน และส่งผลลดค่าใช้จ่ายด้านเอกสารลงเฉลี่ย 10,000 บาท/เดือน ซึ่งอำนวยความสะดวกในการติดต่อสื่อสารกับลูกค้า ทำให้ธุรกิจสามารถแข่งขันกับคู่แข่งได้อย่างยั่งยืนต่อไป

งานวิจัยเรื่อง “การออกแบบและการสร้างต้นแบบระบบจัดเก็บและค้นคืนอัตโนมัติ” ปริญวัฒน์ บุญสิงห์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้ทำการออกแบบและสร้างต้นแบบระบบจัดเก็บและค้นคืนอัตโนมัติระดับห้องปฏิบัติการสำหรับใช้ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งระบบอัตโนมัติที่ออกแบบมีด้วยกัน 3 สถานีนั่นคือ สถานีสแกนสินค้า สถานีหยิบและวางสินค้า และ สถานีถ่ายโอนสินค้า มีการนำโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ของระบบ PLC และ LabVIEW NI Vision นำมาพัฒนาเพื่อควบคุมกลไกของระบบ AS/RS ในรูปแบบการจัดเก็บสินค้า นอกจากนั้นยังมีการนำรหัสแท่ง (Barcode) มาระบุประเภทสินค้าเพื่อจัดระเบียบให้กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ระบบ จากการทดลองใช้งานต้นแบบพบว่าต้นแบบระบบ AS/RS สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของระบบให้สามารถจัดเก็บและค้นคืนสินค้าในระยะเวลาที่สั้นลง ได้ค่าที่เหมาะสมในการสแกนรหัสแท่ง (Barcode) อยู่ที่ช่วง 115 – 175 Lux ทำให้เวลาในการสแกนรหัสแท่งในการจัดเก็บและค้นคืนอยู่ที่ 2.47 และ 2.50 วินาที ซึ่งเป็นการสั่งการทำงานที่ใช้เวลาน้อยกว่าการสั่งงานด้วยตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 3
การดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการและแนวคิดเบื้องต้นในการออกแบบและสร้างตัวต้นแบบเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม โดยอธิบายรายละเอียดถึงกระบวนการทำงานของตัวต้นแบบ การออกแบบตัวทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบ การศึกษาอุปกรณ์เพื่อสร้างระบบกลไกการทำงานของตัวต้นแบบและตัวทดสอบประสิทธิภาพเพื่อให้สามารถทดสอบประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการทำงานจริงในโรงงานอุตสาหกรรม สุดท้ายคือการทดสอบจริงกับตัวต้นแบบเพื่อวัดประสิทธิภาพ ดังแสดงในหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักการและแนวคิดเบื้องต้น
2. การออกแบบต้นแบบเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ด
3. การออกแบบเครื่องทดสอบประสิทธิภาพของต้นแบบ
4. การออกแบบการทดลองวัดประสิทธิภาพของต้นแบบ

3.1 หลักการและแนวคิดเบื้องต้น

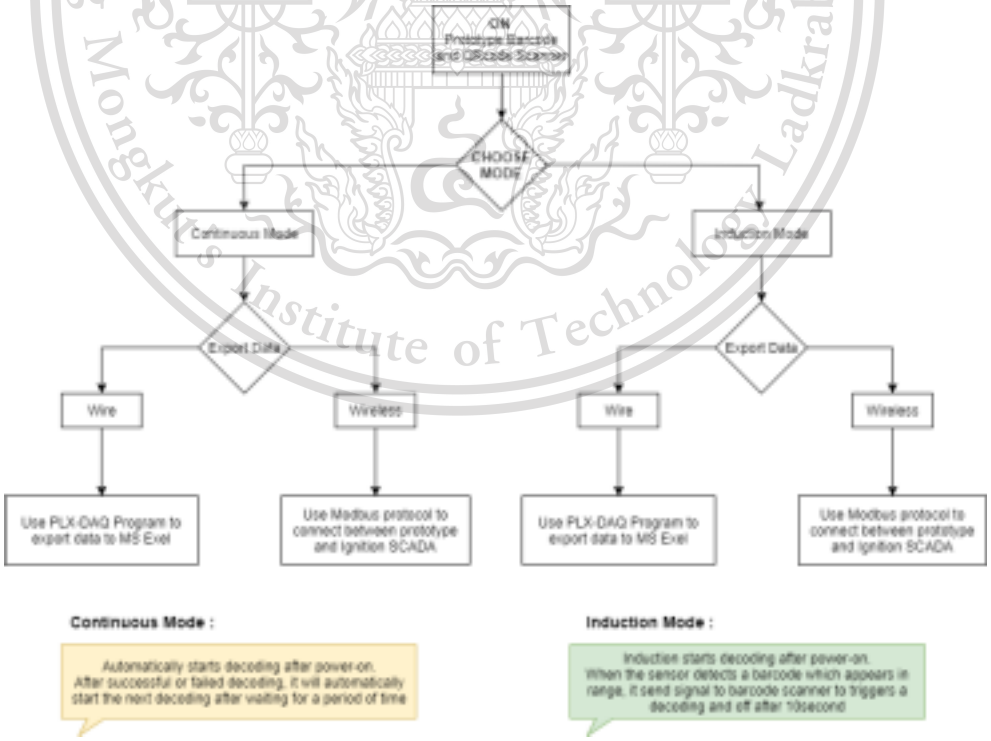
จากการศึกษาการทำงานของเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมโดยมีการทำงานแบบอัตโนมัติ ที่เข้ามาทดแทนระบบเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดแบบมือถือ (Handheld Barcode and QR code Scanner) ทำให้ทราบถึงข้อดีของเครื่องสแกนประเภทใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม คือ มีการทำงานที่รวดเร็ว และแม่นยำ สามารถลดจำนวนคนงานในสถานีงานนั้นได้เนื่องจากเป็นระบบอัตโนมัติ อย่างไรก็ตามข้อเสียของเครื่องสแกนประเภทใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมนั่น คือ มีต้นทุนที่สูงทำให้การจัดหามาใช้หรือการเข้าถึงสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กจนถึงขนาดกลางเป็นเรื่องที่ยาก ซึ่งเป็นที่มาของการออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดนี้ โดยผู้วิจัยได้เลือกวิธีการสร้างจากการพัฒนาตัวโมดูลสแกนเนอร์พื้นฐาน ที่มีต้นทุนต่ำสามารถหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด มาทำให้อยู่ในรูปแบบการทำงานเทียบเท่าเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดประเภทใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมมากที่สุด นั่นคือมีการทำงานที่สามารถสแกนบาร์โค้ดหรือคิวอาร์โค้ดที่ติดอยู่กับผลิตภัณฑ์ได้อย่างอัตโนมัติ นอกจากนั้นยังต้องมีฟังก์ชั่นการทำงานที่ยืดหยุ่นสามารถปรับใช้ได้กับโรงงานอุตสาหกรรมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2 การออกแบบต้นแบบเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ด (Prototype Scanner)

3.2.1 การออกแบบการทำงานของต้นแบบ

ต้นแบบจะมีโหมดการทำงาน 2 โหมด คือ โหมดทำงานอัตโนมัติ (Continuous Mode) และโหมดตรวจจับ (Induction Mode) โหมดทำงานอัตโนมัติจะมีการทำงานเมื่อมีการกดปุ่มเลือกโหมดนี้ที่ตัวต้นแบบ จากนั้นคำสั่งจะส่งไปที่สแกนเนอร์โมดูลเพื่อเปิดการทำงาน โดยที่หลอดไฟ LED ที่บ่งบอกว่าโหมดอัตโนมัติกำลังใช้งานจะถูกเปิดตลอดการใช้งานของโหมดนี้ การตรวจจับบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดของตัวต้นแบบจะเป็นไปอย่างอัตโนมัติและตลอดเวลาจนกว่าตัวต้นแบบจะถูกปิด หรือมีการเปลี่ยนโหมดการทำงาน ต่อมาโหมดตรวจจับจะมีการทำงานเมื่อมีการกดปุ่มเลือกโหมดนี้ที่ตัวต้นแบบ จากนั้นคำสั่งจะส่งไปที่สแกนเนอร์โมดูลเพื่อเปิดการทำงาน โดยที่หลอดไฟ LED ที่บ่งบอกว่าโหมดตรวจจับกำลังใช้งานจะถูกเปิดตลอดการใช้งานโหมดนี้ การตรวจจับบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดของตัวต้นแบบจะเกิดขึ้นเมื่อเซนเซอร์ตรวจเจอบรรจุภัณฑ์ในระยะที่กำหนด จากนั้นเซนเซอร์จะทำการส่งคำสั่งไปให้ตัวต้นแบบทำการตรวจจับบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดเป็นระยะเวลา 10 วินาที จากนั้นหยุดการตรวจจับจนกว่าจะมีคำสั่งหรือจนกว่าเซนเซอร์จะมีการตรวจเจอบรรจุภัณฑ์อีกครั้ง สำหรับวิธีการเชื่อมต่อเพื่อส่งข้อมูลจะมี 2 รูปแบบคือ แบบมีสาย และแบบไร้สาย โดยการทำงานที่ต้องการทั้งหมดของต้นแบบจะใช้ Flowchart เพื่อช่วยอธิบายการทำงานของต้นแบบ ดังรูปที่ 3.1

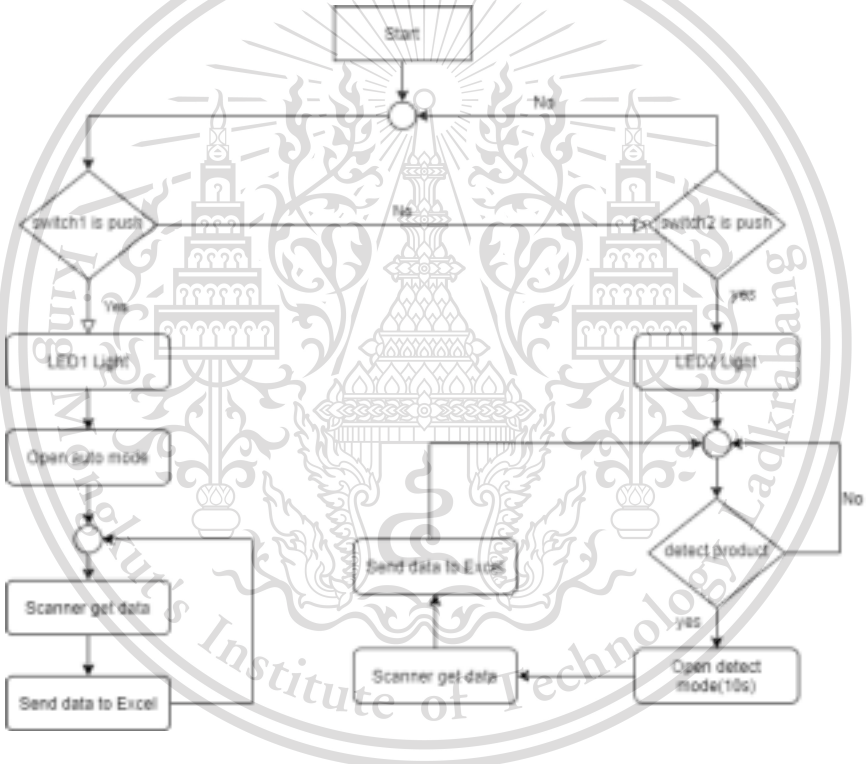


รูปที่ 3.1 Flowchart แสดงการทำงานของต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

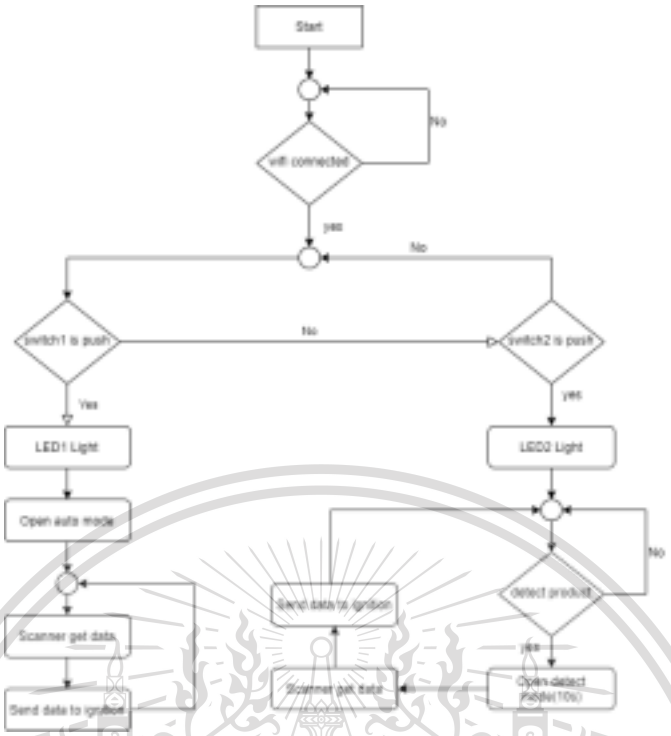
จากรูปที่ 3.1 จะเห็นได้ว่าเมื่อเปิดใช้งานต้นแบบจะต้องเลือกโหมดการทำงาน และสำหรับวิธีการเชื่อมต่อเพื่อส่งข้อมูล แบบมีสายจะใช้งานร่วมกับโปรแกรม PLX-DAQ มีขั้นตอนการทำงาน ดังรูปที่ 3.2 และแบบไร้สายจะใช้งานร่วมกับ ignition SCADA มีขั้นตอนการทำงาน ดังรูปที่ 3.3

จากรูปที่ 3.2 และ 3.3 จะเห็นถึงความแตกต่างของทั้งสองแบบคือการเชื่อมต่อแบบไร้สายจะมีขั้นตอนการเชื่อมต่อ WiFi ในส่วนของลำดับการทำงานจะเหมือนกันคือหลังจากเลือกโหมดการทำงานเรียบร้อย หลอดไฟ LED จะติด และต้นแบบจะเริ่มทำงานตามที่โปรแกรมไว้และเมื่อได้รับข้อมูลเข้ามาก็จะส่งข้อมูลไปที่ Excel สำหรับการเชื่อมต่อแบบมีสายและ ignition SCADA สำหรับการเชื่อมต่อแบบไร้สาย



รูปที่ 3.2 Flowchart ลำดับการทำงานของต้นแบบเมื่อส่งออกข้อมูลแบบมีสาย

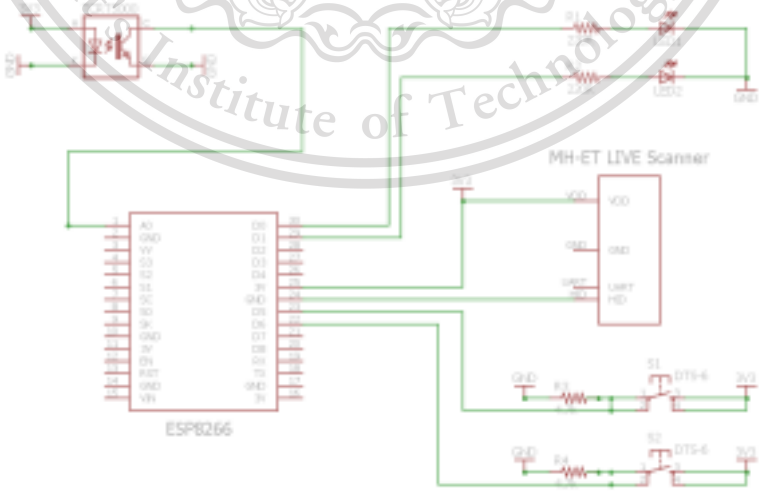
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.3 Flowchart การทำงานของต้นแบบเมื่อส่งออกข้อมูลแบบไร้สาย

3.2.2 การออกแบบวงจรลำดับการทำงานของวงจร

จากการออกแบบการทำงานของต้นแบบให้สอดคล้องกับความต้องการมีวงจรแสดงลำดับการทำงานของวงจร (Schematic Diagram) ดังรูปที่ 3.4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 3.4 Schematic Diagram ของวงจรต้นแบบ

จากรูปที่ 3.4 อุปกรณ์ทั้งหมดที่ต้องใช้เพื่อสร้างตัวต้นแบบนี้ มีด้วยกันทั้งหมด 8 อย่างดังนี้

1. Microcontroller (ESP8266)

2. Scanner Module (MH-ET Live Scanner Module v.3) เชื่อมต่อกับ ESP8266 แบบ TX/RX ช่อง D5 และ D6

3. ถ่านและรังถ่าน

4. Push Button 2 ตัว

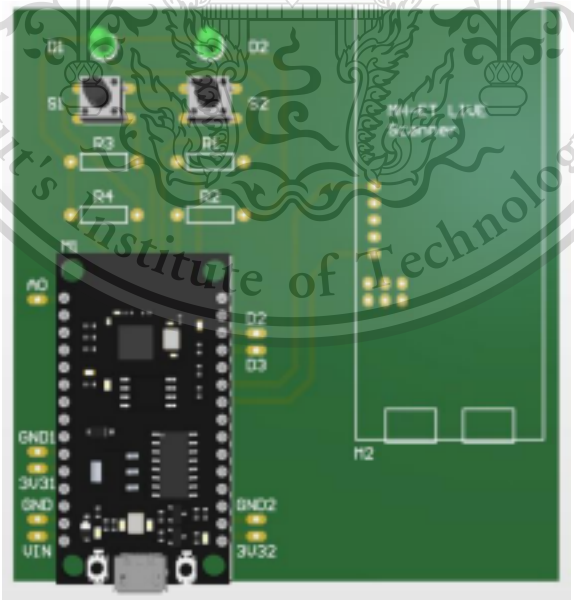
5. หลอดไฟ LED (ขนาด 3 mm) 2 หลอด

6. IR Reflective Sensor (TCRT5000) 1 ตัว เชื่อมต่อกับ ESP8266 ส่งค่าในรูปแบบ Analog

7. ตัวต้านทาน 1 (ขนาด 4.7k ohm) 2 ตัว

8. ตัวต้านทาน 2 (ขนาด 220 ohm) 2 ตัว

หลังจากการออกแบบวงจรลำดับการทำงานของวงจร ลำดับต่อไปจะเป็นการทำแผ่น PCB (Print Circuit Board) หรือแผ่นวงจรพิมพ์ ซึ่งเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับยึดอุปกรณ์ทั้งหมด และเป็นทางเดินสัญญาณไฟฟ้าของอุปกรณ์ที่อยู่ในวงจร ทำให้อุปกรณ์เชื่อมต่อกันและสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตามที่ได้ออกแบบไว้ใน Schematic Diagram โดยการออกแบบทำแผ่น PCB นั้นต้องใช้ขนาดจริงของอุปกรณ์ เพื่อให้สามารถเป็นพื้นที่ในการลงอุปกรณ์แต่ละชิ้นได้จริง ซึ่งแผ่น PCB ของต้นแบบที่ทำการออกแบบจะเป็น ดังรูปที่ 3.5



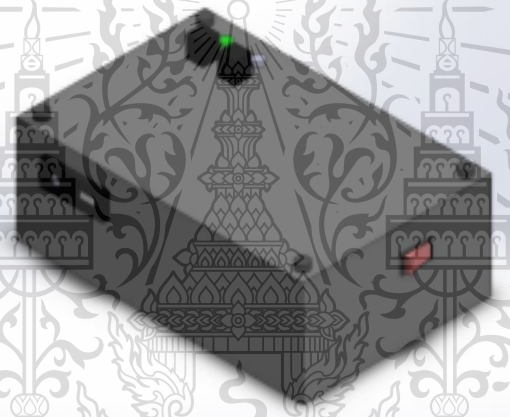
รูปที่ 3.5 แผ่น PCB ของวงจรต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2.3 การออกแบบต้นแบบ

เป็นการออกแบบลักษณะภายนอกทั้งหมดของตัวต้นแบบโดยใช้โปรแกรม Solid Work ในการออกแบบ ต่อมาหลักการเลือกใช้วัสดุของแต่ละชิ้นส่วนนั้นมีการคำนึงถึงปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบผลิตภัณฑ์ดังนี้ 1. หน้าที่ใช้สอย (Function) 2. ความสะดวกสบายในการใช้งาน (Ergonomics) 3. ความปลอดภัย (Safety) 4. ความแข็งแรง (Construction) 5. ราคา (Cost) 6. วัสดุ (Materials)

ลักษณะของต้นแบบหลังจากการออกแบบมีลักษณะเป็นกล่องทรงสี่เหลี่ยม วัสดุเป็นพลาสติกที่มีความแข็งแรงและน้ำหนักเบา เพื่อความสะดวกสบายและรวดเร็วในการจัดหา ขนาดของกล่องนั้นต้องสามารถบรรจุอุปกรณ์ของต้นแบบได้ทั้งหมดซึ่งมีดังนี้ 1. แผ่น PCB 2. หลอด LED จำนวน 2 หลอด 3. ปุ่มกด จำนวน 2 ปุ่ม 4. ตัวต้านทาน จำนวน 4 ตัว 5. โมดูลสแกนเนอร์ จำนวน 1 ตัว 6. สายไฟ 7. สวิสต์เปิด/ปิดการทำงาน ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การออกแบบลักษณะภายนอกของวงจรต้นแบบ

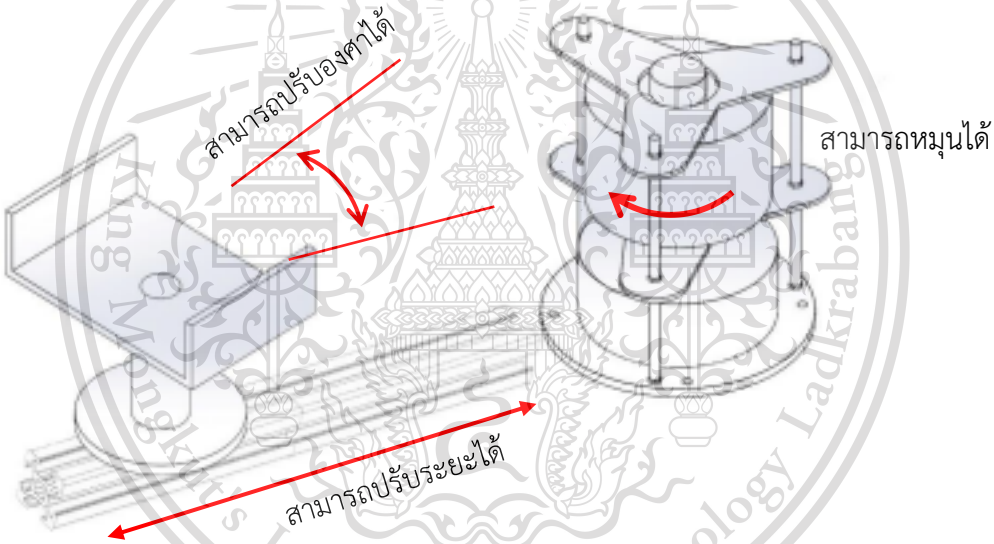
3.3 การออกแบบเครื่องทดสอบประสิทธิภาพของต้นแบบ (Tester)

3.3.1 การออกแบบการทำงานของเครื่องทดสอบประสิทธิภาพ (Tester)

เพื่อให้สามารถวัดประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบ จึงจำเป็นต้องสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพ (Tester) โดยออกแบบตามลักษณะการใช้งานของสแกนเนอร์ภายในโรงงาน กล่าวคือการทำงานของเครื่องทดสอบประสิทธิภาพคือการจำลองสถานการณ์ที่จะนำต้นแบบ ไปใช้จริงภายในโรงงานอุตสาหกรรมดังนี้ การใช้งานร่วมกับสายพานลำเลียง รูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์บนสายพาน ระยะและขนาดที่มีผลต่อการอ่านบาร์โค้ด ลักษณะการวางผลิตภัณฑ์บนสายพาน โดยที่การออกแบบเครื่องทดสอบประสิทธิภาพ (Tester) นั้นจะมีทั้งหมด 2 ส่วนคือ ส่วนที่ใช้สำหรับจำลองสายพาน และส่วนที่ใช้สำหรับจำลองการติดตั้งต้นแบบ โดยส่วนแรกคือส่วนที่ใช้สำหรับจำลองสายพาน ในการออกแบบส่วนนี้ต้องการที่จะให้มีการเคลื่อนที่ไม่รู้จบเพื่ออำนวยความสะดวกในการทดสอบประสิทธิภาพ และจำเป็นต้องมีผิวโค้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เพื่อจำลองรูปลักษณ์ของสิ่งของบนสายพาน และต้องสามารถควบคุมความเร็วมอเตอร์ได้เพื่อจำลองความเร็วของสายพานที่ใช้ภายในโรงงาน ส่วนต่อมาคือส่วนที่ใช้สำหรับจำลองการติดตั้งของต้นแบบ ในการออกแบบส่วนนี้ต้องการที่จะให้สามารถเปลี่ยนระยะของต้นแบบ เพื่อหาระยะที่เหมาะสมต่อแต่ละขนาดบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ด สามารถพลิกและเอียงต้นแบบ เนื่องจากการจำลองรูปลักษณ์ของสิ่งของบนสายพานอาศัยลักษณะการพาดของเลเซอร์ด้วย ถ้าสิ่งของเป็นทรงกระบอกลักษณะการพาดของเลเซอร์จะเป็นเส้นโค้งแต่ถ้าเป็นกล่องเรียบลักษณะการพาดของเลเซอร์จะเป็นเส้นตรง รวมถึงการจำลองลักษณะการวางของสิ่งของซึ่งการจำลองลักษณะนี้จะทำเฉพาะกล่องเรียบ บนสายพานลำเลียงกล่องที่วางอยู่บนสายพานอาจมีการเอียงเล็กน้อยเราจึงใช้การเอียงต้นแบบในการจำลองแทนการเอียงของสิ่งของ ดังรูปที่ 3.7



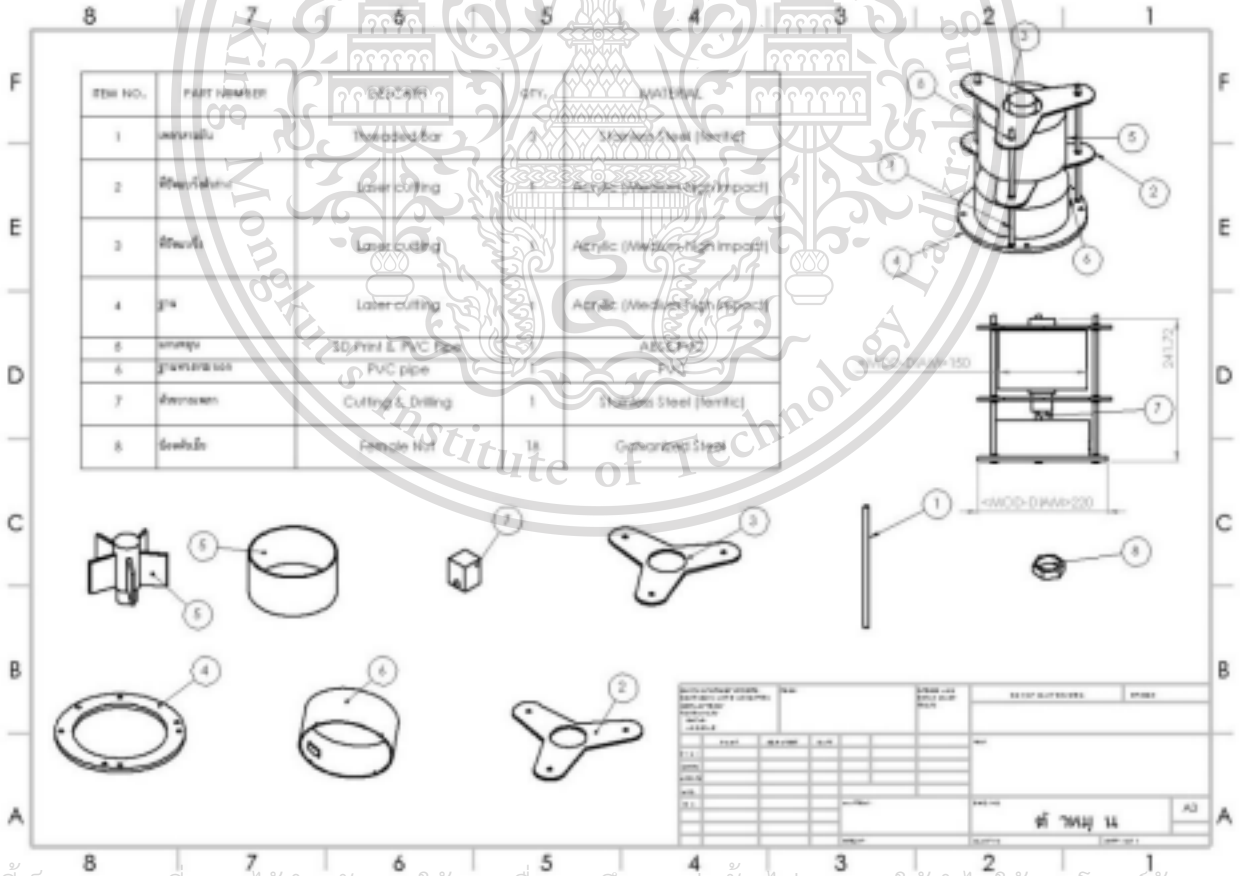
รูปที่ 3.7 การออกแบบการทำงานของเครื่องทดสอบประสิทธิภาพ

3.3.2 การออกแบบเครื่องทดสอบประสิทธิภาพ (Tester)

ส่วนที่ใช้สำหรับจำลองสายพานลำเลียง ในการออกแบบส่วนนี้จะต้องทำให้หมุนโดยจะใช้มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อน ซึ่งต้องสามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์ได้ มีการใส่ Bearing เพื่อให้สามารถหมุนได้โดยไม่แกว่ง โดยจะใส่ทั้งบนและล่างของแกนหมุน โดยภาพรวมของส่วนที่ใช้จำลองสายพานลำเลียงเป็นไป ดังรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 3.8 การออกแบบของเครื่องทดสอบประสิทธิภาพ



รูปที่ 3.9 ส่วนประกอบทั้งหมดของเครื่องทดสอบประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 3.9 แสดงถึงองค์ประกอบของส่วนที่ใช้จำลองสายพานลำเลียง มีดังนี้

1. เพลา จำนวน 3 แท่ง มีหน้าที่ยึดที่ยึดแบริ่ง
2. ที่ยึดแบริ่งตัวล่าง ใช้ใส่แบริ่งเพื่อไม่ให้แกนหมุนแกว่ง
3. ที่ยึดแบริ่งตัวบน ใช้ใส่แบริ่งเพื่อไม่ให้แกนหมุนแกว่ง
4. ฐาน ใช้ยึดกับพื้นและเพลา 3 แท่ง
5. แกนหมุน ประกอบด้วย 2 ชิ้น เป็นส่วนที่ใช้แปะบาร์โค้ด และเป็นส่วนที่หมุน
6. ฐานทรงกระบอก ใช้สำหรับใส่มอเตอร์
7. ตัวขยายเพลา มีหน้าที่ขยายเพลาของมอเตอร์ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น
8. น็อตตัวเมีย จำนวน 16 ตัว ใช้ยึดอุปกรณ์ต่างๆให้แน่น

3.3.3 การออกแบบมือจับต้นแบบ (Holder)

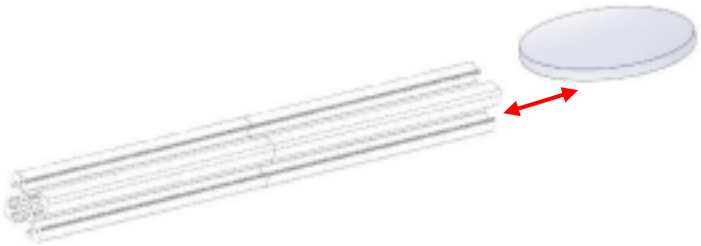
ส่วนที่ใช้สำหรับจำลองการติดตั้งของต้นแบบในการออกแบบส่วนนี้ต้องการที่จะให้สามารถเปลี่ยนระยะและสามารถปรับความเอียงได้

รูปที่ 3.10 อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบมือจับ

จากรูปที่ 3.10 องค์ประกอบของส่วนที่ใช้สำหรับจำลองการติดตั้ง มีดังนี้

1. ที่เสียบ ออกแบบมาให้สามารถสอดเข้าร่องของอลูมิเนียมโปรไฟล์ (Aluminium profile) ได้ตามรูปที่ 3.11 และสามารถติดกับขาตั้งโทรศัพท์ได้
2. อลูมิเนียมโปรไฟล์ ใช้ขนาดหน้าตัด 20x20 มม. ยาว 200 มม. เพื่อให้สามารถเลื่อนได้
3. ขาตั้งโทรศัพท์ เป็นส่วนที่ใช้สำหรับจับต้นแบบสามารถปรับเอียงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.11 การประกอบระหว่างที่เสียบและอลูมิเนียมโปรไฟล์

3.4 การออกแบบการทดลองวัดประสิทธิภาพของต้นแบบ

การทดลองเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของตัวต้นแบบว่าสามารถทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยและขอบเขตของการศึกษาที่กำหนดไว้ ซึ่งแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วนคือ การทดลองการทำงานของต้นแบบกับบาร์โค้ดและการทดลองการทำงานของต้นแบบกับคิวอาร์โค้ด

3.4.1 การทดลองการทำงานของต้นแบบกับบาร์โค้ด

การทดลองจะมีการใช้ขนาดของบาร์โค้ดอ้างอิงจากมาตรฐานบาร์โค้ดระบบ EAN-13 ของสมาคมบรรจุภัณฑ์ไทยทั้งหมด 5 ขนาด [12] ดังนี้ 29.83x20.73 มม. (ขนาดเล็กที่สุดตามมาตรฐานกำหนด) 33.50x22.00 มม. 41.75x27.75 มม. 61.00x40.75 มม. และ 74.58x51.82 มม. (ขนาดใหญ่ที่สุดตามมาตรฐานกำหนด) ซึ่งในการทดลองจะมีการคำนึงถึง 4 ปัจจัยด้วยกัน คือ พื้นผิวในการติดบาร์โค้ด ระยะห่าง ความเร็ว และ ความเอียง ทำให้สามารถแบ่งการทดลองได้เป็น 2 การทดลองหลัก คือ การทดลองสำหรับพื้นผิวเรียบ และ การทดลองสำหรับพื้นผิวโค้ง ซึ่งแต่ละการทดลองนั้นแบ่งเป็น 3 ประเภทย่อย โดยที่แต่ละประเภทนี้มีผลที่มีความสืบเนื่องกัน จึงมีความจำเป็นต้องเรียงลำดับการทดลองอย่างชัดเจน โดยจะทำการทดลองสำหรับระยะห่างก่อนเป็นการทดลองแรกกับทั้ง 5 ขนาดของบาร์โค้ดเพื่อหาระยะห่างที่เหมาะสมที่สุดของแต่ละขนาด จากนั้นเลือกเฉพาะขนาดของบาร์โค้ดที่ต้นแบบสามารถตรวจจับบาร์โค้ดได้ 100% ที่ความเร็ว 1 หน่วย/วินาที นำไปทดลองต่อสำหรับประเภทการทดลองเรื่องความเร็ว และความเอียง 5 และ 10 องศาตามลำดับ

สำหรับการทดลองประเภทต่อไปคือ ความเร็ว จะทำการทดลองเฉพาะขนาดของบาร์โค้ดที่สามารถตรวจจับบาร์โค้ดได้ 100% ที่ความเร็ว 1 หน่วย/วินาทีและใช้ระยะห่างที่เหมาะสมที่สุดสำหรับขนาดของบาร์โค้ดนั้นๆโดยนำผลมาจากการทดลองประเภทระยะห่าง เพื่อทดลองให้ได้ผลคือค่าความเร็วที่มากที่สุดที่ต้นแบบ สามารถตรวจจับบาร์โค้ดได้ 100% และการทดลองประเภทสุดท้ายคือประเภทความเอียง 5 และ 10 องศาโดยจะทำการทดลองเฉพาะขนาดของบาร์โค้ดที่สามารถตรวจจับบาร์โค้ดได้ 100% ที่ความเร็ว 1 หน่วย/วินาที และใช้ระยะห่างที่เหมาะสมที่สุดสำหรับขนาดของบาร์โค้ดนั้นโดยนำผลมาจากการทดลองประเภทระยะห่าง เพื่อทดลองให้ได้ผลคือเปอร์เซ็นต์การตรวจจับบาร์โค้ด สามารถดูวิธีการทดลองได้ ตามตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.1 การทดลองตรวจสอบประสิทธิภาพของต้นแบบกับบาร์โค้ด

ประเภทการทดลอง	ขนาดบาร์โค้ด	วิธีการทดลอง	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
1. ระยะห่าง	1. 29.83x20.73 มม. 2. 33.50x22.00 มม. 3. 41.75x27.75 มม. 4. 61.00x40.75 มม. 5. 74.58x51.82 มม.	ใช้ขนาดบาร์โค้ด 5 ขนาดตามมาตรฐานบาร์โค้ดระบบ EAN-13 ของสมาคมบรรจุภัณฑ์ไทย ที่ความเร็วของตัวทดสอบประสิทธิภาพคือ 1 ชิ้น/วินาที จับเวลาการทดลอง 100 วินาที จากนั้นหาระยะห่างที่เหมาะสมที่สุดที่ตัวต้นแบบสามารถตรวจจับบาร์โค้ดได้ 100%	ได้ค่าระยะห่างที่เหมาะสมที่สุดของแต่ละขนาดของบาร์โค้ด
2. ความเร็ว	ขนาดบาร์โค้ดที่สามารถตรวจจับบาร์โค้ดได้ 100% (ผลจากการทดลองประเภทระยะห่าง)	ใช้ผลของระยะห่างที่เหมาะสมที่สุดสำหรับขนาดของบาร์โค้ดนั้น จากการทดลองประเภทระยะห่าง มีจับเวลาการทดลอง 100 วินาที	ได้ค่าความเร็วที่มากที่สุดที่ตัวต้นแบบสามารถตรวจจับได้ 100%
3. ความเอียง 5 องศา	ขนาดบาร์โค้ดที่สามารถตรวจจับบาร์โค้ดได้ 100% ที่ความเร็ว 1 หน่วย/วินาที (ผลจากการทดลองประเภทระยะห่าง)	ใช้ระยะห่างที่เหมาะสมที่สุดสำหรับขนาดของบาร์โค้ดนั้น จากการทดลองประเภทระยะห่าง และความเร็วของตัวทดสอบประสิทธิภาพ คือ 1 ชิ้น/วินาที มีจับเวลาการทดลอง 100 วินาที มีจำลองลักษณะการเอียงของบรรจุภัณฑ์บนสายพาน ทำได้โดยการเอียงตัวต้นแบบเพื่อให้ลักษณะการพาดของเลเซอร์ใกล้เคียงการเอียงของบรรจุภัณฑ์บนสายพาน	เปอร์เซ็นต์การตรวจจับบาร์โค้ด
4. ความเอียง 10 องศา	ขนาดบาร์โค้ดที่สามารถตรวจจับบาร์โค้ดได้ 100% ที่ความเร็ว 1 หน่วย/วินาที (ผลจากการทดลองประเภทระยะห่าง)	ใช้ระยะห่างที่เหมาะสมที่สุดสำหรับขนาดของบาร์โค้ดนั้น จากการทดลองประเภทระยะห่าง และความเร็วของตัวทดสอบประสิทธิภาพ คือ 1 ชิ้น/วินาที มีจับเวลาการทดลอง 100 วินาที มีจำลองลักษณะการเอียงของบรรจุภัณฑ์บนสายพาน ทำได้โดยการเอียงตัวต้นแบบเพื่อให้ลักษณะการพาดของเลเซอร์ใกล้เคียงการเอียงของบรรจุภัณฑ์บนสายพาน	เปอร์เซ็นต์การตรวจจับบาร์โค้ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

3.4.2 การทดลองการทำงานของต้นแบบกับคิวอาร์โค้ด

การทดลองเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของตัวต้นแบบกับคิวอาร์โค้ด เนื่องจากปัจจัยที่ส่งผลต่อการตรวจจับคิวอาร์โค้ดมีดังนี้ ขนาดของข้อมูลที่บันทึกในคิวอาร์โค้ด ขนาดของคิวอาร์โค้ด ความคมชัด ระยะที่เหมาะสมในการตรวจจับ ดังนั้นในการทดลองจะมีวิธีการทดลองดังนี้ ทำการวัดประสิทธิภาพจากขนาดของคิวอาร์โค้ดทั้งหมด 8 ขนาด [13] คือ 5x5 มม. 10x10 มม. 12x12 มม. 20x20 มม. 30 x 30 มม. 40x40 มม. 50x50 มม. และ 60x60 มม. จากนั้นหาช่วงของระยะที่ตัวต้นแบบสามารถทำการตรวจจับคิวอาร์โค้ดได้ และระยะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับขนาดคิวอาร์โค้ดนั้น หรือคือระยะที่ตัวต้นแบบตรวจจับได้จำนวนครั้งมากที่สุด โดยจับเวลาสำหรับการทดลองคือ 20 วินาทีสำหรับแต่ละระยะและขนาดของคิวอาร์โค้ด สามารถดูวิธีการทดลองได้ ตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การทดลองตรวจสอบประสิทธิภาพของต้นแบบกับคิวอาร์โค้ด

ประเภทการทดลอง	ขนาดคิวอาร์โค้ด	วิธีการทดลอง	ผลการทดลอง
ช่วงของระยะห่าง	1. 5x5 มม. 2. 10x10 มม. 3. 12x12 มม. 4. 20x20 มม. 5. 30x30 มม. 6. 40x40 มม. 7. 50x50 มม. 8. 60x60 มม.	หาระยะห่างที่ตัวต้นแบบเริ่มสามารถตรวจจับได้หรือมีเปอร์เซ็นต์การตรวจจับอยู่ในช่วงมากกว่าหรือเท่ากับ 70	ช่วงของระยะห่างที่ตัวต้นแบบสามารถตรวจจับได้และระยะห่างที่เหมาะสมสำหรับของแต่ละขนาดของคิวอาร์โค้ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 4
ผลการทดลอง

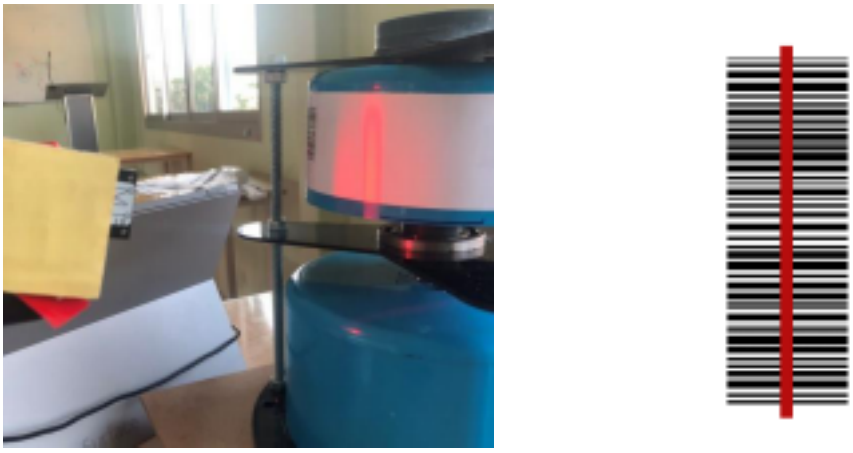
ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองของการวัดประสิทธิภาพของต้นแบบในการทำงานกับทั้งบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ด ดังแสดงในหัวข้อต่อไปนี้

1. ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบกับบาร์โค้ด
2. ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบกับคิวอาร์โค้ด
3. ผลการแสดงผลข้อมูลที่ตรวจจับได้จากต้นแบบและการนำไปใช้
4. การเปรียบเทียบระหว่างต้นแบบกับเครื่องสแกนบาร์โค้ดแบบมือจับ
5. ผลการออกแบบตัวต้นแบบ

4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบกับบาร์โค้ด

สำหรับการทดลองการทำงานกับบาร์โค้ดนั้นสามารถแบ่งการทดลองได้เป็น 2 การทดลองคือ การทดลองสำหรับพื้นผิวเรียบ และการทดลองสำหรับพื้นผิวโค้ง โดยแต่ละพื้นผิวจะมีการทำการทดลองทั้งหมด 3 ด้าน ดังนี้ ด้านระยะที่เหมาะสม ด้านความเร็ว และด้านความเอียง สำหรับการทดลองของพื้นผิวเรียบคือการให้โมดูลสแกนเนอร์มีการพาดของเลเซอร์เป็นแนวตั้งบนตัววัดประสิทธิภาพ เนื่องจากว่าแนวตั้งของตัวทดสอบประสิทธิภาพบริเวณที่ทำการหมุนจะมีลักษณะเป็นพื้นผิวเรียบไม่มีความโค้ง เมื่อเปิดการทำงานให้ตัวทดสอบประสิทธิภาพหมุนแล้วนั้นจะเปรียบเสมือนการไหลของผลิตภัณฑ์บนสายพานที่มีพื้นผิวเรียบ ดังแสดงในรูปที่ 4.1 สำหรับการทดลองของพื้นผิวโค้ง คือมีการใช้ผิวโค้งของขวดนมเปรี้ยวยี่ห้อดัชมิลล์ ขนาด 400 ml ติดลงบนตัววัดประสิทธิภาพจากนั้นให้โมดูลสแกนเนอร์มีการพาดเลเซอร์เป็นแนวนอนบนตัววัดประสิทธิภาพ เพื่อให้เลเซอร์พาดไปตามรัศมีโค้งของขวดนมดังนั้นเมื่อมีการเปิดการทำงานให้ตัวทดสอบประสิทธิภาพหมุนแล้วนั้นจะเปรียบเสมือนการไหลของผลิตภัณฑ์บนสายพานที่มีพื้นผิวโค้ง ดังแสดงในรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.1 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบกับบาร์โค้ดสำหรับพื้นผิวเรียบ

รูปที่ 4.2 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบกับบาร์โค้ดสำหรับพื้นผิวโค้ง

4.1.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบกับบาร์โค้ดในด้านระยะที่เหมาะสม

ทำการทดลองโดยการหาระยะที่เหมาะสมที่สุดของต้นแบบในการตรวจจับหรืออ่านบาร์โค้ดโดยมีการจำลองความเร็วของตัววัดประสิทธิภาพที่ความเร็ว 1 หน่วย/วินาที และการวัดผลคือนับจำนวนครั้งที่ต้นแบบตรวจจับบาร์โค้ดได้จากจำนวนบาร์โค้ดทั้งหมด 100 หน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านระยะที่เหมาะสมที่สุดของพื้นผิวเรียบ

ขนาดบาร์โค้ด	ระยะ (mm)	จำนวนครั้งที่อ่านได้
ขนาด 29.83x20.73 มม.	60 mm	21
	70 mm	31
	80 mm	66
	90 mm	94
	100 mm	100*
	105 mm	91
ขนาด 33.50x22.00 มม.	60 mm	13
	70 mm	39
	80 mm	45
	90 mm	91
	100 mm	100*
	105 mm	93
ขนาด 41.75x27.75 มม.	90 mm	42
	100 mm	55
	110 mm	100*
	120 mm	97
ขนาด 61.00x40.75 มม.	90 mm	26
	100 mm	47
	110 mm	71
	120 mm	77
	130 mm	77
	140 mm	71
ขนาด 74.58x51.82 มม.	120 mm	42
	130 mm	55
	180 mm	62
	190 mm	70
	195 mm	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านระยะที่เหมาะสมที่สุดของพื้นผิวโค้ง

ขนาดบาร์โค้ด	ระยะ (mm)	จำนวนครั้งที่อ่านได้
ขนาด 29.83x20.73 มม.	60 mm	83
	70 mm	89
	80 mm	91
	90 mm	100*
	100 mm	75
ขนาด 33.50x22.00 มม.	80 mm	77
	90 mm	81
	100 mm	83
	105 mm	100*
	110 mm	95
ขนาด 41.75x27.75 มม.	90 mm	78
	100 mm	89
	105 mm	97
	110 mm	100*
	115 mm	96
ขนาด 61.00x40.75 มม.	110 mm	71
	120 mm	91
	125 mm	85
	130 mm	81
ขนาด 74.58x51.82 มม.	140 mm	64
	150 mm	74
	160 mm	68
	165 mm	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.1 และ 4.2 พบว่าระยะห่างในการตรวจจับบาร์โค้ดนั้นมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดไม่ว่าจะเป็นพื้นผิวเรียบและพื้นผิวโค้ง นอกจากนั้นโดยแต่ละขนาดของบาร์โค้ดนั้นจะมีระยะที่เหมาะสมที่ทำให้เปอร์เซ็นต์การตรวจจับเท่ากับ 100% ต่างกันดังนี้ ในการทดลองกับพื้นผิวเรียบที่ขนาดบาร์โค้ด 29.83x20.73 มม. คือระยะ 90 มม. ที่ขนาดบาร์โค้ด 33.50x22.00 มม. คือระยะ 105 มม. ที่ขนาดบาร์โค้ด 41.75x27.75 มม. คือระยะ 110 มม.

ในการทดลองกับพื้นผิวโค้งมีระยะที่เหมาะสมดังนี้ ที่ขนาดบาร์โค้ด 29.83x20.73 มม. คือระยะ 90 มม. ที่ขนาดบาร์โค้ด 33.50x22.00 มม. คือระยะ 105 มม. ที่ขนาดบาร์โค้ด 41.75x27.75 มม. คือระยะ 110 มม. นอกจากนั้นผลการทดลองพบว่าขนาดของบาร์โค้ดที่เล็กไปหรือใหญ่ไปมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบเช่นเดียวกันดังนี้ ในการทดลองกับทั้งพื้นผิวเรียบและพื้นผิวโค้งที่ขนาดบาร์โค้ด 61.00x40.75 มม. และ 74.58x51.82 มม. เป็นขนาดบาร์โค้ดใหญ่เกินไปและไม่สามารถหาระยะที่เหมาะสมที่ทำให้เปอร์เซนต์การตรวจจับเท่ากับ 100% ได้

4.1.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบกับบาร์โค้ดในด้านความเร็ว

ทำการทดลองของพื้นผิวเรียบและพื้นผิวโค้งด้วยวิธีการทดลองเดียวกัน โดยการหาความเร็วที่มากที่สุดของต้นแบบที่ยังคงสามารถตรวจจับบาร์โค้ดได้ 100% โดยมีการจำลองความเร็วของตัววัดประสิทธิภาพหรือ Tester ที่ความเร็ว 1.25 หน่วย/วินาที และ 1.67 หน่วย/วินาที มีการวัดผลคือนับจำนวนครั้งที่ต้นแบบตรวจจับบาร์โค้ดได้จากจำนวนบาร์โค้ดทั้งหมด 125 หน่วย และ 167 หน่วย ตามลำดับ จากการจับเวลาของการทดลองคือ 100 วินาที และใช้ระยะที่เหมาะสมที่สุดของแต่ละขนาดบาร์โค้ดจากตารางที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านความเร็วสูงสุดของพื้นผิวเรียบ

ขนาดบาร์โค้ด	ความเร็ว (หน่วย/วินาที)	จำนวนครั้งที่อ่านได้	% ที่อ่านได้
ขนาด 29.83x20.73 มม.	1.25 หน่วย / วินาที	117	93.6
	1.67 หน่วย / วินาที	121	72.45
ขนาด 33.50x22.00 มม.	1.25 หน่วย / วินาที	118	94.4
	1.67 หน่วย / วินาที	135	80.84
ขนาด 41.75x27.75 มม.	1.25 หน่วย / วินาที	125	100*
	1.67 หน่วย / วินาที	154	92.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านความเร็วสูงสุดของพื้นผิวโค้ง

ขนาดบาร์โค้ด	ความเร็ว (หน่วย/วินาที)	จำนวนครั้งที่อ่านได้	% ที่อ่านได้
ขนาด 29.83x20.73 มม.	1.25 หน่วย / วินาที	116	92.8
	1.67 หน่วย / วินาที	142	72.45
ขนาด 33.50x22.00 มม.	1.25 หน่วย / วินาที	125	100*
	1.67 หน่วย / วินาที	164	98.20
ขนาด 41.75x27.75 มม.	1.25 หน่วย / วินาที	101	80.8
	1.67 หน่วย / วินาที	123	73.65

จากผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.3 และ 4.4 พบว่า ที่ขนาดของบาร์โค้ดขนาดต่างๆมีความเร็วสูงสุดแตกต่างกัน ที่ยังคงสามารถตรวจจับบาร์โค้ดได้ 100% เมื่อใช้ระยะห่างที่เหมาะสมที่สุดสำหรับของแต่ละขนาดของบาร์โค้ด (ตารางที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ) คือ ในการทดลองกับพื้นผิวเรียบที่ขนาดบาร์โค้ด 29.83x20.73 มม. มีความเร็วสูงสุดคือ 1 หน่วย/วินาที ที่ขนาดบาร์โค้ด 33.50x22.00 มม. มีความเร็วสูงสุดคือ 1 หน่วย/วินาที ที่ขนาดบาร์โค้ด 41.75x27.75 มม. มีความเร็งสูงสุดคือ 1.25 หน่วย/วินาที

ในการทดลองกับพื้นผิวโค้ง ที่ขนาดบาร์โค้ด 29.83x20.73 มม. มีความเร็วสูงสุดคือ 1 หน่วย/วินาที ที่ขนาดบาร์โค้ด 33.50x22.00 มม. มีความเร็วสูงสุดคือ 1.25 หน่วย/วินาที ที่ขนาดบาร์โค้ด 41.75x27.75 มม. มีความเร็งสูงสุดคือ 1 หน่วย/วินาที

4.1.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบกับบาร์โค้ดในด้านความเอียง

ทำการทดลองของพื้นผิวเรียบและพื้นผิวโค้งด้วยวิธีการทดลองเดียวกัน โดยการวัดประสิทธิภาพของต้นแบบโดยมีการจำลองให้ต้นแบบมีความเอียง 5 และ 10 องศา มีการวัดผลคือนับจำนวนครั้งที่ต้นแบบตรวจจับบาร์โค้ดได้จากจำนวนบาร์โค้ดทั้งหมด 100 หน่วย จากการจับเวลาของการทดลองคือเป็นเวลา 100 วินาที โดยมีการจำลองความเร็วของตัววัดประสิทธิภาพหรือ Tester ที่ความเร็ว 1 หน่วย/วินาที และใช้ระยะที่เหมาะสมที่สุดของแต่ละขนาดบาร์โค้ดจากตารางที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านความเอียงของพื้นผิวเรียบ

ขนาดบาร์โค้ด	ความเอียง	ความเร็ว (หน่วย/วินาที)	จำนวนครั้งที่อ่านได้
ขนาด 29.83x20.73 มม.	5 องศา	1 หน่วย / วินาที	87
	10 องศา	1 หน่วย / วินาที	80
ขนาด 33.50x22.00 มม.	5 องศา	1 หน่วย / วินาที	100*
	10 องศา	1 หน่วย / วินาที	98
ขนาด 41.75x27.75 มม.	5 องศา	1 หน่วย / วินาที	82
	10 องศา	1 หน่วย / วินาที	67

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านความเอียงของพื้นผิวโค้ง

ขนาดบาร์โค้ด	ความเอียง	ความเร็ว (หน่วย/วินาที)	จำนวนครั้งที่อ่านได้
ขนาด 29.83x20.73 มม.	5 องศา	1 หน่วย / วินาที	86
	10 องศา	1 หน่วย / วินาที	83
ขนาด 33.50x22.00 มม.	5 องศา	1 หน่วย / วินาที	100*
	10 องศา	1 หน่วย / วินาที	94
ขนาด 41.75x27.75 มม.	5 องศา	1 หน่วย / วินาที	90
	10 องศา	1 หน่วย / วินาที	87

จากผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.5 และ 4.6 พบว่าที่ขนาดบาร์โค้ดขนาดต่างๆ ต้นแบบมีความสามารถในการตรวจจับบาร์โค้ดเมื่อมีความเอียงแตกต่างกัน เมื่อใช้ระยะห่างที่เหมาะสมที่สุดสำหรับของแต่ละขนาดของบาร์โค้ด (ตารางที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ) ดังนี้ ในการทดลองกับพื้นผิวเรียบ ที่ขนาดบาร์โค้ด 29.83x20.73 มม. ต้นแบบไม่มีความสามารถในการตรวจจับบาร์โค้ดได้ 100% ทั้งความเอียง 5 และ 10 องศา ที่ขนาดบาร์โค้ด 33.50x22.00 มม. ต้นแบบมีความสามารถในการตรวจจับบาร์โค้ดได้ 100% สำหรับความเอียง 5 องศา แต่ไม่มีความสามารถสำหรับความเอียง 10 องศา ที่ขนาดบาร์โค้ด 41.75x27.75 มม. ต้นแบบไม่มีความสามารถในการตรวจจับบาร์โค้ดได้ 100% ทั้งความเอียง 5 และ 10 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ในการทดลองกับพื้นผิวโค้ง ที่ขนาดบาร์โค้ด 29.83x20.73 มม. ต้นแบบไม่มีความสามารถในการตรวจจับบาร์โค้ดได้ 100% ทั้งความเอียง 5 และ 10 องศา ที่ขนาดบาร์โค้ด 33.50x22.00 มม. ต้นแบบมีความสามารถในการตรวจจับบาร์โค้ดได้ 100% สำหรับความเอียง 5 องศา แต่ไม่มีความสามารถสำหรับความเอียง 10 องศา ที่ขนาดบาร์โค้ด 41.75x27.75 มม. ต้นแบบไม่มีความสามารถในการตรวจจับบาร์โค้ดได้ 100% ทั้งความเอียง 5 และ 10 องศา

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบกับคิวอาร์โค้ด

ทำการทดลองโดยการหาช่วงของระยะที่ตัวต้นแบบสามารถทำการตรวจจับคิวอาร์โค้ดได้และระยะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับขนาดคิวอาร์โค้ดนั้นๆหรือคือระยะที่ตัวต้นแบบตรวจจับได้จำนวนครั้งมากที่สุด โดยจับเวลาสำหรับการทดลองคือ 20 วินาที สำหรับแต่ละระยะและขนาดของคิวอาร์โค้ด ดังแสดงในรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3 การทดลองของต้นแบบกับคิวอาร์โค้ด

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานกับคิวอาร์โค้ด

ขนาดคิวอาร์โค้ด	ระยะการอ่าน (mm)	จำนวนครั้งที่อ่านได้	% ที่อ่านได้
5x5 มม.	-	0	0
10x10 มม.	-	0	0
12x12 มม.	30 มม.	14	70
	40 มม.	16	80
	50 มม.	15	75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานกับคิวอาร์โค้ด (ต่อ)

ขนาคิวอาร์โค้ด	ระยะการอ่าน (mm)	จำนวนครั้งที่อ่านได้	% ที่อ่านได้
12x12 มม.	60 มม.	14	70
	70 มม.	10	50
20x20 มม.	30 มม.	14	70
	40 มม.	16	80
	50 มม.	15	75
	60 มม.	15	75
	70 มม.	8	40
30x30 มม.	40 มม.	11	55
	50 มม.	15	75
	60 มม.	15	75
	70 มม.	16	80
	80 มม.	17	85
	90 มม.	15	75
	100 มม.	9	45
40x40 มม.	70 มม.	8	40
	80 มม.	17	85
	90 มม.	18	90
	100 มม.	16	80
	120 มม.	14	70
	150 มม.	10	50
50x50 มม.	70 มม.	6	30
	80 มม.	15	75
	120 มม.	18	90
	140 มม.	17	85
	180 มม.	16	80
	200 มม.	15	75
	220 มม.	10	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานกับคิวอาร์โค้ด (ต่อ)

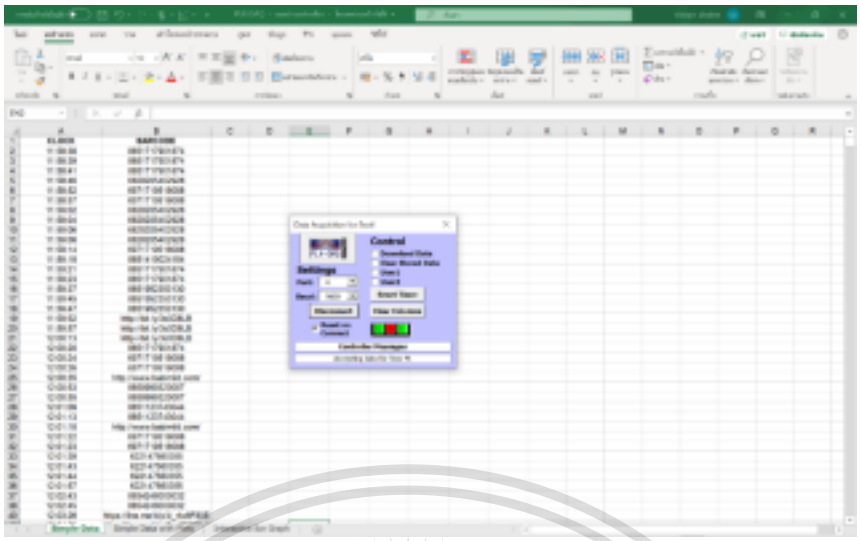
ขนาดคิวอาร์โค้ด	ระยะการอ่าน (mm)	จำนวนครั้งที่อ่านได้	% ที่อ่านได้
60x60 มม.	80 มม.	9	45
	90 มม.	15	75
	120 มม.	18	90
	150 มม.	17	85
	180 มม.	17	85
	200 มม.	16	80
	220 มม.	17	85
	250 มม.	17	85
	280 มม.	6	30

จากผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.7 พบว่าต้นแบบไม่สามารถตรวจจับคิวอาร์โค้ดที่ขนาดเล็กกว่า 12x12 มม. เนื่องจากผลจากการทดลองจะเห็นได้ว่าที่คิวอาร์โค้ดขนาด 5x5 มม. และ 10x10 มม. ต้นแบบไม่สามารถตรวจจับได้เลยจากเวลาการทดลองทั้งหมด 20 วินาที สำหรับขนาดของคิวอาร์โค้ดที่ต้นแบบสามารถตรวจจับได้ แต่ละขนาดก็มีระยะที่เหมาะสมต่อการตรวจจับที่ต่างกันดังนี้ ที่ขนาดคิวอาร์โค้ด 12x12 มม. มีระยะที่เหมาะสมคือ 80 มม. ที่ขนาดคิวอาร์โค้ด 20x20 มม. มีระยะที่เหมาะสมคือ 40 มม. ที่ขนาดคิวอาร์โค้ด 30x30 มม. มีระยะที่เหมาะสมคือ 80 มม. ที่ขนาดคิวอาร์โค้ด 40x40 มม. มีระยะที่เหมาะสมคือ 90 มม. ที่ขนาดคิวอาร์โค้ด 50x50 มม. มีระยะที่เหมาะสมคือ 120 มม. ที่ขนาดคิวอาร์โค้ด 60x60 มม. มีระยะที่เหมาะสมคือ 120 มม.

4.3 ผลการแสดงผลข้อมูลที่ตรวจจับได้จากต้นแบบและการนำไปใช้

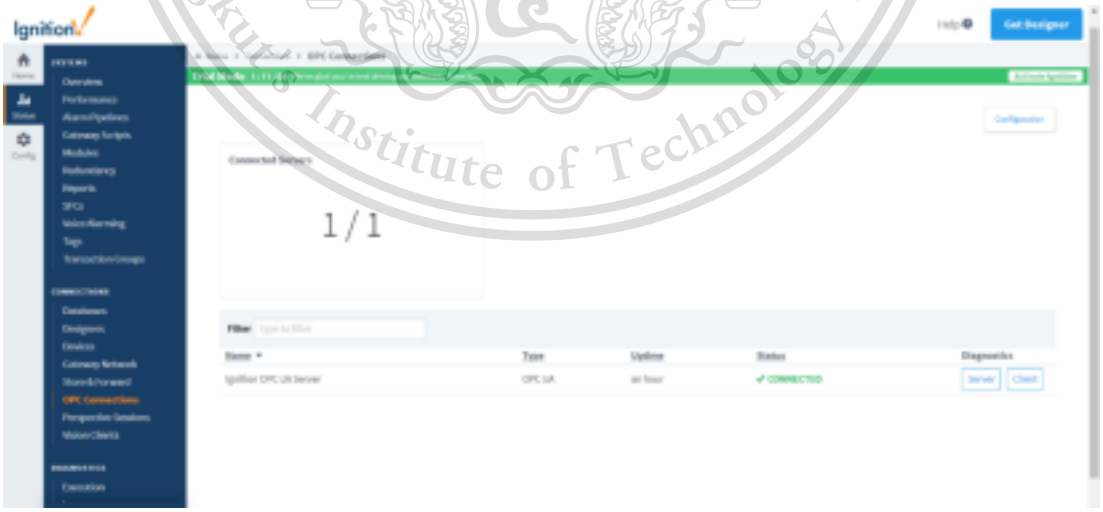
จากการออกแบบการทำงานของต้นแบบในหัวข้อ 3.2.1 พบว่าการเชื่อมต่อเพื่อแสดงผลข้อมูลสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบนั่นคือ Wire และ Wireless สำหรับรูปแบบของ Wire หรือการแสดงผลที่ต้องใช้สายนั้น คือการใช้ PLX-DAQ เป็นโปรแกรมเสริมสำหรับแสดงผลข้อมูลของต้นแบบลง Microsoft Excel แบบเรียลไทม์ ดังแสดงในรูปที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.4 การแสดงผลข้อมูลบน Microsoft Excel

การทำงานของโปรแกรมนี้จะต้องมีการ Coding สื่อสารกับไมโครคอนโทรเลอร์จึงจะสามารถเรียกใช้ PLX-DAQ โดยรูปแบบการ Coding จะใช้คำสั่ง Serial.print และ Serial.println ในการส่งข้อมูลไป Excel โดย คำสั่ง Serial.print ใช้ร่วมกับ (",") เพื่อแสดงค่าภายใน Column มี (",") ไว้คั่นในกรณีที่ต้องการแสดงค่าใน Column ถัดไป และคำสั่ง Serial.println เพื่อขึ้นแถวใหม่ สามารถบันทึกค่าได้เหมือนการบันทึกตามปกติ การเชื่อมต่อโปรแกรม PLX-DAQ ต้องเลือก Baud และ Port ให้ตรงกับคอมพิวเตอร์ จากนั้นกดปุ่ม Connect ก็จะสามารถเชื่อมต่อได้



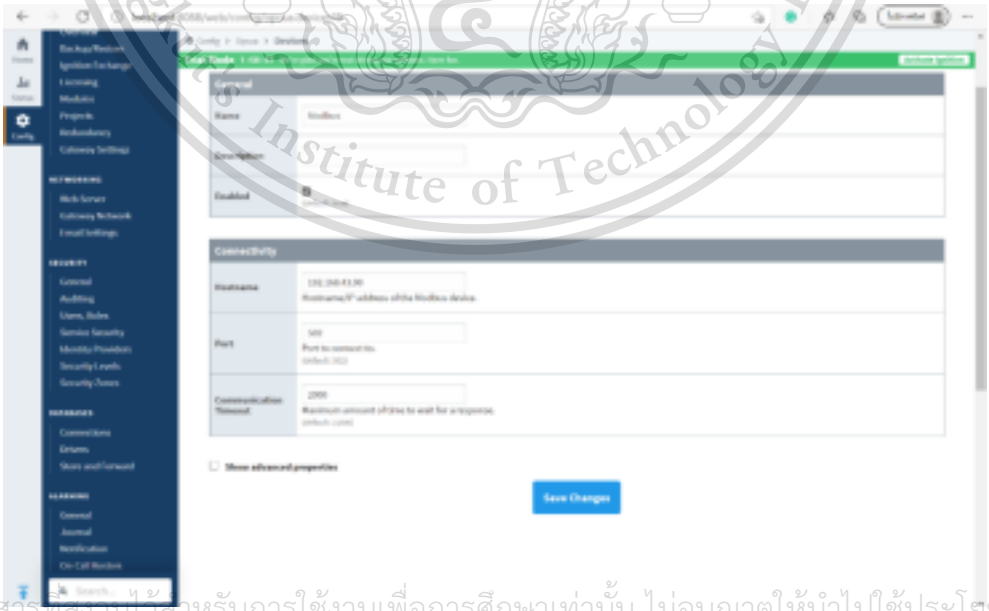
รูปที่ 4.5 การเปิดใช้งาน OPC UA Server บน Ignition Software

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การเชื่อมต่อรูปแบบ Wireless หรือไร้สาย เป็นการใช้ Ignition SCADA เป็นซอฟแวร์เพิ่มเติมในการแสดงผลสำหรับการพัฒนาต้นแบบครั้งนี้ เนื่องจากมีการเปิดให้ใช้ OPC Server ได้แบบไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย และมี Driver ที่สามารถรองรับ PLC เฉพาะของ Allen-Bradley Siemens และ Modbus ในที่นี้ได้เลือกใช้ Modbus เป็นโปรโตคอลสำหรับสื่อสารและส่งข้อมูล ซึ่งเลือกใช้เนื่องจากเป็นโปรโตคอลที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในทุกอุตสาหกรรม นอกจากนั้นยังเป็น Open Protocol

จากนั้นทำให้ OPC UA Server บนซอฟแวร์ Ignition จำลองตัวเองเป็นอุปกรณ์ Modbus TCP เพื่อรับค่าจากตัวต้นแบบ โดยที่ Modbus TCP คือโปรโตคอลที่ครอบ Modbus RTU เพื่อใช้การสื่อสารแบบอีเทอร์เน็ตด้วย TCP/IP (Transmission Control Protocol) ที่พอร์ต 502 แทนการสื่อสารแบบอนุกรม ทำให้อุปกรณ์สามารถสร้างการสื่อสารผ่านเครือข่ายเฉพาะบริเวณ (Local Area Network: LAN) หรือเครือข่ายอินเตอร์เน็ต รวมไปถึงการเชื่อมต่อแบบไร้สาย (Wireless) โดยมีอุปกรณ์กระจายสัญญาณ (Router หรือ Access point) เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อ เนื่องจากว่าคอนโทรเลอร์ในการพัฒนาต้นแบบครั้งนี้คือ ESP8266 NodeMCU สามารถเชื่อมต่อ WiFi ได้โดยไม่ต้องต่ออุปกรณ์หรือสายอากาศเพิ่มเติม ดังนั้นการเชื่อมต่อหรือสื่อสารกันระหว่าง อุปกรณ์ Modbus TCP ที่จำลองขึ้นมากับตัวต้นแบบ สามารถทำได้โดยผ่าน WiFi ตัวเดียวกัน ทำให้การแสดงผลข้อมูลที่ตรวจจับได้จากต้นแบบนั้นเป็นไปแบบไร้สายหรือ Wireless

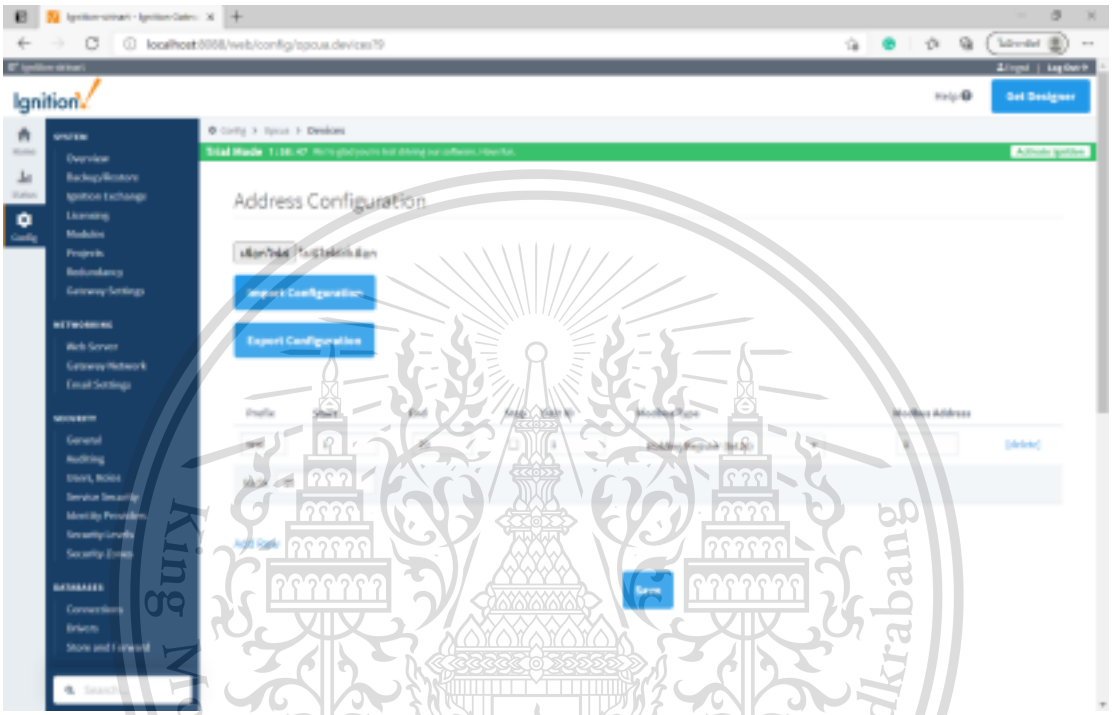
เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อระหว่าง Modbus TCP กับ ESP8266 NodeMCU จำเป็นต้องกำหนด Hostname และ Port ให้ตรงกันสำหรับ Hostname ต้องกำหนดให้ตรงกับ localIP ของ ESP8266 NodeMCU ที่เชื่อมกับ WiFi ดังแสดงในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 การตั้งค่า Hostname และ Port

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

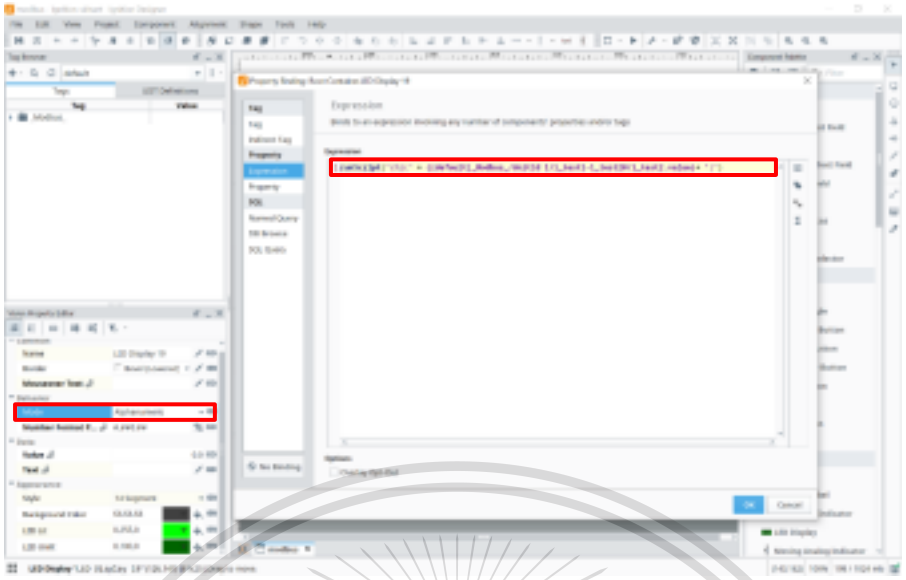
เมื่อสามารถเชื่อมต่อได้แล้วลำดับต่อไปจะต้องสร้าง Address กำหนดระยะเริ่มต้นและสิ้นสุดสำหรับต้นแบบผลิตภัณฑ์นั้นส่งข้อมูลทีละ 2 bytes ดังนั้นจำเป็นต้องกำหนดระยะเริ่มต้นและสิ้นสุดให้กว้างเพื่อรองรับจำนวนหลักรหัสบาร์โค้ด กำหนดค่า Unit ID Modbus Address และ Modbus Type ให้ตรงกับค่าที่กำหนดให้ ESP8266 NodeMCU ดังแสดงในรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 การกำหนดค่า Address ของ Modbus TCP

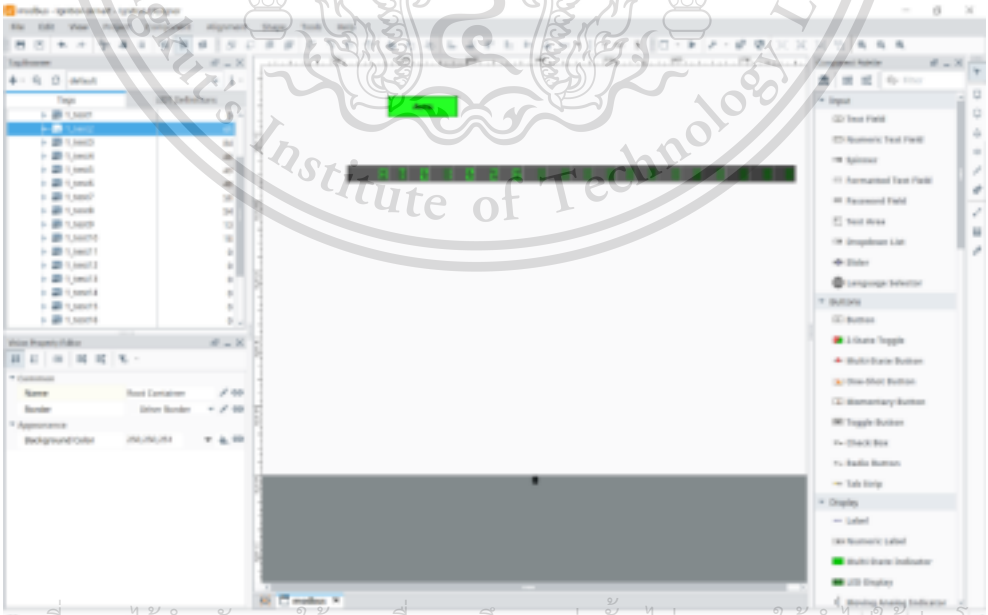
ในการส่งข้อมูลไป Ignition SCADA จำเป็นต้องมีการ Coding ให้กับ ESP8266 NodeMCU ทางผู้วิจัยได้เลือกใช้ไลบารี ModbusSlaveTCP.h โดยต้องมีการกำหนดดังนี้ กำหนด SLAVE_ID ให้ตรงกับ Unit ID กำหนด uint8_t fc ให้ตรงกับ Modbus Type และกำหนด uint16_t address ให้ตรงกับ Modbus Address ซึ่งข้อมูลที่ได้จากต้นแบบผลิตภัณฑ์นั้นเป็นรหัสแอสกี้ (ASCii) ส่งทีละ 2 Bytes ในส่วนของจอแสดงผลได้ใช้โปรแกรม Designer Launcher ซึ่งเป็นซอฟแวร์แสดงผลสำหรับ Ignition SCADA โดยข้อมูลที่ได้รับมาจากต้นแบบเป็นรหัสแอสกี้จึงต้องนำมาแปลงให้เป็นตัวอักษร โดยมีการเปลี่ยน Mode ของ LED display ให้เป็น Alphanumeric จากนั้นไปที่หน้า Expression ของ LED display และต้องมีการไปเขียน Script ดังแสดงในรูปที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.8 การแปลงรหัสแอสกี้ให้เป็นตัวอักษร

โดยส่วนนี้ต้องมีการทำซ้ำของทุกตำแหน่ง Tag เมื่อได้ทำการเปลี่ยนจากรหัสแอสกี้เป็นตัวอักษร การแสดงผลของข้อมูลที่ได้รับมาจากต้นแบบจากจะออกมาในรูปแบบตัวอักษรบนจอแสดงผล LED โดยส่วนนี้ทางผู้วิจัยได้ทำการสร้าง Tag สำหรับแสดงผลข้อมูลไว้ที่ 20 ตำแหน่ง ซึ่งหมายความว่าส่วนการแสดงผลของต้นแบบในรูปแบบ Wireless สามารถแสดงผลของบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดที่เป็นทั้งตัวเลขและตัวอักษรภาษาอังกฤษ ที่มีขนาดไม่เกิน 20 ตำแหน่ง ดังแสดงในรูปที่ 4.9



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 4.9 การแสดงผลบน Designer Launcher

4.4 การเปรียบเทียบระหว่างต้นแบบกับเครื่องสแกนบาร์โค้ดแบบมือจับ

เครื่องสแกนบาร์โค้ดแบบมือจับที่นำมาเป็นตัวเปรียบเทียบเวลากับตัวต้นแบบนั้นคือ เครื่องสแกนบาร์โค้ดรุ่น Honeywell Scanner 1300g-2 เป็นเครื่องที่มีประสิทธิภาพการทำงานสูง นิยมใช้ในอุตสาหกรรมแต่สามารถตรวจจับได้เฉพาะบาร์โค้ดเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 4.10 เนื่องจากมีความสามารถในการอ่านเพียงแค่บาร์โค้ดแบบ 1 มิติ เพราะมีชนิดหัวอ่านเป็นแบบ Linear Scanner (1D)

รูปที่ 4.10 เครื่องสแกนบาร์โค้ด Honeywell Scanner 1300g-2

การเชื่อมต่อหรือแสดงผลข้อมูลจำเป็นต้องมีสาย USB เพื่อเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ และ RS-232 เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น PLC ในการเปรียบเทียบครั้งนี้จะทำการจับเวลาของการตรวจจับบาร์โค้ด เมื่อทำการจำลองสถานการณ์ตัวอย่างคือ ผลิตภัณฑ์เคลื่อนตัวมาบนสายพาน จากนั้นคนงานหยิบผลิตภัณฑ์ลงมาเพื่อทำการสแกนบาร์โค้ดและนำกลับไปวางบนสายพาน โดยผลิตภัณฑ์ที่นำมาทดลองคือกล่องที่มีลักษณะเป็นพื้นผิวเรียบ ทำการจับเวลาการทำงานและหาจำนวนข้อมูลที่เหมาะสมตามวิธี Maytag ดังนี้

- การหาจำนวนรอบในการจับเวลาวิธี Maytag

การจับเวลาควรมีจำนวนข้อมูลที่เพียงพอและเหมาะสม เพื่อให้ได้ค่ามาตรฐานที่มีความน่าเชื่อถือต่อการนำไปใช้งานด้วยความมั่นใจ โดยการหาจำนวนข้อมูลที่เหมาะสมในการเก็บข้อมูล ดังนี้

1. ทำการจับเวลาขั้นต้น

    1.1 จับเวลา 10 ครั้ง สำหรับงานที่ใช้เวลาน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 นาที

    1.2 จับเวลา 5 ครั้ง สำหรับงานที่ใช้เวลามากกว่า 2 นาที

2. หาค่าพิสัย (Range, R)

$$R = H - L$$

โดย H คือ ค่าสูงสุดของข้อมูล

L คือ ค่าต่ำที่สุดของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. หาค่าเฉลี่ยได้จาก $\frac{H+L}{2}$

4. คำนวณค่า $\frac{R}{\bar{X}}$

5. อ่านค่า N ด้วยวิธีของ Maytag (จำนวนรอบที่เหมาะสม)

6. จับเวลาจนครบจำนวนครั้งที่ได้ พร้อมทำการบันทึกเวลา

- การหาจำนวนรอบในการจับเวลาที่เหมาะสมของการทำงานเครื่องสแกนบาร์โค้ดแบบมือจับทำการจับเวลาของงานเบื้องต้น 10 ครั้ง สำหรับงานที่ใช้เวลาน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 นาที ได้ผลดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 การจับเวลาเบื้องต้นของเครื่องสแกนบาร์โค้ดแบบมือจับ

ลำดับ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
เวลา (วินาที)	3.00	3.98	3.95	3.63	4.33	3.83	4.00	4.01	4.05	4.11

1. หาค่าพิสัย

$$R = 4.33 - 3.00 = 1.333$$

2. หาค่าเฉลี่ย

$$\frac{4.33+3.00}{2} = 3.665$$

3. คำนวณค่า $\frac{R}{\bar{X}}$

$$\frac{R}{\bar{X}} = \frac{1.33}{3.665} = 0.363$$

4. เปิดตาราง Maytag เพื่อหาค่า N ที่เหมาะสม

พบว่าค่า N ที่เหมาะสมสำหรับงานนี้คือ 22 ครั้ง จากนั้นจึงทำการจับเวลาการทำงานตามจำนวนที่เหมาะสม ได้ผลการจับเวลาการทำงานดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 การจับเวลาตามจำนวนครั้งที่เหมาะสมของ Maytag

ลำดับ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
เวลา (วินาที)	4.64	4.22	3.66	4.05	3.99	3.90	3.99	4.25	4.41	3.25	3.10
ลำดับ	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**
เวลา (วินาที)	3.63	3.98	3.58	4.33	4.00	3.95	3.99	4.05	3.59	3.65	3.48
เวลาเฉลี่ย (วินาที)											3.816

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เมื่อทำการหาเวลาเฉลี่ยของการทำงานของเครื่องสแกนบาร์โค้ดแบบมือจับแล้ว นำผลการทำงานมาเปรียบเทียบกับกรณีการทำงานกับพื้นผิวเรียบของต้นแบบเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดได้ดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบระหว่างเครื่องสแกนแบบมือจับกับต้นแบบเครื่องสแกน

การทำงาน	**เครื่องสแกนแบบมือจับ**	**ต้นแบบเครื่องสแกน**
ชนิดหัวอ่าน	Linear Scanner (1D)	Linear Scanner (1D 2D)
ความสามารถในการอ่าน	1D Barcode	1D 2D Barcode
จำนวนคนที่ต้องใช้	1	-
เวลาในการอ่านต่อหน่วย (วินาที)	3.816	1
การเชื่อมต่อเพื่อใช้งาน	Wire	Wireless
แบตเตอรี่	-	6800 mAh
การเชื่อมต่อ PLC	RS-232	Modbus

4.5 ผลการออกแบบตัวต้นแบบ

หลังจากการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานทั้งหมดของต้นแบบทั้งกับบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ด พบว่าประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบเป็นไปตามที่ออกแบบไว้ ดังนั้นขั้นตอนต่อไปจึงเป็นการทำตามที่ได้ออกแบบไว้สำหรับลักษณะภายนอกของต้นแบบ ทางผู้วิจัยได้เลือกการซื้อกล่องวัสดุพลาสติก ABS ที่เหมาะสำหรับการใช้งานกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับลักษณะภายนอกของต้นแบบ เพื่อให้มีความแข็งแรงทนทาน น้ำหนักเบา สามารถเจาะได้โดยที่กล่องไม่เสียหาย และมีขนาดที่เหมาะสม ดังรูปที่ 4.11 ขั้นตอนต่อไปคือการนำกล่องมาทำการเจาะรูสำหรับปุ่มกด หลอด LED และสายไฟ จากนั้นประกอบอุปกรณ์ทั้งหมดของต้นแบบเพื่อทำให้ต้นแบบออกมาสมบูรณ์ตามที่ออกแบบไว้ในหัวข้อ 3.2.3 ดังแสดงในรูปที่ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 4.11 กล่องพลาสติกสำหรับลักษณะภายนอกของต้นแบบ

รูปที่ 4.12 ลักษณะภายนอกของต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการสรุปผลการพัฒนาต้นแบบเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดสำหรับใช้ในอุตสาหกรรม และข้อเสนอแนะของการพัฒนาต้นแบบครั้งนี้ ดังแสดงในหัวข้อต่อไปนี้

1. สรุปผล
2. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นโดยผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาต้นแบบเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมอุปโภคบริโภคขนาดเล็กไปจนถึงขนาดกลาง จากการพัฒนาตัวโมดูลสแกนเนอร์พื้นฐานที่สามารถหาซื้อได้ตามท้องตลาดและมีราคาที่ประหยัด เนื่องจากสภาวะปัจจุบันของวงการอุตสาหกรรมนั้นมีแนวโน้มของการแข่งขันที่มากขึ้นเรื่อยๆ การนำเทคโนโลยีระบบบาร์โค้ดเข้ามามีส่วนในโรงงานอุตสาหกรรมจึงสามารถสร้างประโยชน์อย่างมากในกระบวนการผลิต เช่น ลดเวลาการทำงานซ้ำซ้อน ลดความผิดพลาดของข้อมูลจากความคลาดเคลื่อนในการเขียนตัวอักษร ลดจำนวนคน แต่ข้อจำกัดของเทคโนโลยีเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมปัจจุบันนั้นมีราคาที่แพง ทำให้การจัดซื้อมาใช้หรือการเข้าถึงนั้นไม่สามารถเป็นไปได้สำหรับโรงงานขนาดเล็กถึงกลาง โดยส่วนใหญ่จึงได้มีการจัดซื้อเครื่องสแกนบาร์โค้ดที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ที่มีราคาประหยัดมาใช้แต่การทำงานของเครื่องสแกนประเภทนี้ไม่ค่อยเหมาะสมกับงานในกระบวนการผลิตที่จำเป็นต้องอาศัยความเร็วและความแม่นยำ จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงได้มีการออกแบบและพัฒนาเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ที่มีราคาประหยัด สามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติและมีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับเครื่องสแกนบาร์โค้ดแบบมือจับที่มีประสิทธิภาพสูงและนิยมใช้ในอุตสาหกรรม

จากผลการทดลองพบว่าต้นแบบมีประสิทธิภาพเทียบเท่าเครื่องสแกนบาร์โค้ดแบบมือจับ ซึ่งทำการออกแบบโหมดการทำงานให้มี 2 โหมดคือ โหมดทำงานอัตโนมัติและโหมดตรวจจับ โดยทั้ง2โหมดสามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติ จากการจำลองการไหลของผลิตภัณฑ์บนสายพานการผลิตพบว่าต้นแบบสามารถตรวจจับบาร์โค้ดบนพื้นผิวเรียบและพื้นผิวโค้งได้ 100% 3 จาก 5 ขนาดบาร์โค้ดคือ 29.83x20.73 มม. 33.50x22.00 มม. และ 41.75x27.75 มม. ที่ความเร็ว 1 หน่วย/วินาที โดยแต่ละขนาดของบาร์โค้ดจะต้องตรวจจับที่ระยะที่เหมาะสมที่สุดของขนาดนั้นๆ นอกจากนั้นที่ความเร็ว 1.25 หน่วย/วินาที ต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไปใช้ This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use. Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สามารถตรวจจับบาร์โค้ดได้ 100% ของพื้นผิวเรียบที่ขนาดบาร์โค้ด 41.75x27.75 มม. ของพื้นผิวโค้งที่ขนาดบาร์โค้ด 33.50x22.00 มม. สำหรับประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบในด้านความเอียงพบว่าต้นแบบสามารถตรวจจับบาร์โค้ดได้ 100% ของพื้นผิวเรียบความเอียง 5 องศาที่ขนาดบาร์โค้ด 33.50x22.00 มม. ของพื้นผิวโค้งความเอียง 5 องศาที่ขนาดบาร์โค้ด 33.50x22.00 มม.

จากผลการทดลองประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบกับคิวอาร์โค้ดพบว่า ต้นแบบสามารถตรวจจับคิวอาร์โค้ดที่ขนาดเล็กที่สุดคือ 12x12 มม. และขนาดใหญ่ที่สุดคือ 60x60 มม. โดยสามารถตรวจจับได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำเมื่อทำการตรวจจับที่ระยะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับขนาดคิวอาร์โค้ดนั้นๆ อีกทั้งผู้วิจัยได้ออกแบบต้นแบบให้สามารถทำงานและรองรับการเชื่อมต่อกับ SCADA ที่สำคัญในอุตสาหกรรมได้แบบไร้สาย เพื่อความสะดวกสบายอีกด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

ต้นแบบเครื่องสแกนบาร์โค้ดและคิวอาร์โค้ดในปริญญานิพนธ์เล่มนี้ ปัจจุบันใช้แบตเตอรี่เป็นถ่านชาร์จ Li-on ความจุ 6800 mAh ซึ่งอุปกรณ์ทั้งหมดที่ต้องการดึงกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่มีจำนวนหลายอุปกรณ์ไม่ว่าจะเป็นไมโครคอนโทรเลอร์ โมดูลสแกนเนอร์ หลอด LED และ สวิตซ์เปิดปิด อาจทำให้ต้นแบบทำงานได้ในเวลาที่ไม่นาน เพื่อให้สามารถทำงานได้ในระยะเวลาที่นานขึ้นจึงควรใช้แบตเตอรี่ที่ความจุมากขึ้นกว่าปัจจุบัน

จากผลการแสดงข้อมูลที่ตรวจจับได้จากต้นแบบและการนำไปใช้รูปแบบ Wireless ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการจำลองอุปกรณ์ Modbus TCP เพื่อรับค่าจากตัวต้นแบบเพื่อนำมาแสดงบน Ignition SCADA ยังไม่ได้มีการรับส่งค่าไปที่ PLC โดยตรง ดังนั้นจึงควรมีการทดลองรับส่งค่าไปที่ PLC เพื่อให้ต้นแบบมีประสิทธิภาพที่เหมาะสมกับการใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เอกสารอ้างอิง

[1] นพวรรณ เจริญกิจ และ ปริญญ์ บุญกนิษฐ. “การออกแบบระบบบาร์โค้ดเพื่อควบคุมชิ้นงานในโรงงานอุตสาหกรรมฟอก ย้อม และตกแต่งผ้าผืน.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. 2558.

[2] ออลอินวัน ซิสเท็ม แอนด์ซัพพลาย. “บาร์โค้ด คือ อะไร.” [Online]. Available : htttp://www.aio-ss.com/16661509/บาร์โค้ด-คือ-อะไร (สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม, 2563)

[3] เป็นหนึ่งโฮลดิ้ง. “บาร์โค้ดมีประโยชน์ต่อการทำธุรกิจอย่างไร?.” [Online]. Available : https://www.pen1.biz/TipBarcode.html (สืบค้นเมื่อ 17 พฤศจิกายน, 2563)

[4] กิตติกวิน ตาวงศ์ และ พงศกร วงศ์กระจ่าง. “การประยุกต์ใช้ QR code และ Barcode บนฉลากยา.” ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, มหาวิทยาลัยบูรพา. 2560.

[5] ไกรสร สืบบุญ. “ESP8266 คือ.” [Online]. Available : https://www.allnewstep.com/article/30/nodemcu-esp8266-esp8285-arduino-1-esp8266-คือ (สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม, 2563)

[6] ปริญวัฒน์ บุญสิงห์. “การออกแบบและสร้างต้นแบบระบบจัดเก็บและค้นคืนอัตโนมัติ.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 2559.

[7] รีเวอร์พลัส. “ความหมายและประเภทของ Barcode Scanner*(Reader).” [Online]. Available : https://riverplus.com/ความหมายและประเภทของ-barcode-scannerrea/ (สืบค้นเมื่อ 19 ธันวาคม, 2563)

[8] มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. “การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์และแผ่นวงจรพิมพ์.” [Online]. Available : http://dk.coe.psu.ac.th/lecture/ihpt3-45/Report/Doc/4310458.doc (สืบค้นเมื่อ 19 ธันวาคม, 2563)

[9] วิสโก้ อินดัสเทียล อินสตัคเม้น. “การสื่อสารผ่าน Modbus Protocol.” [Online]. Available : http://www.wisco.co.th/main/articles/การสื่อสารผ่านModbusProtocal (สืบค้นเมื่อ 10 มกราคม, 2564)

[10] ธีรเชษฐ์ สูรพันธุ์ และ ณฐพล ตันสังวร. “การสื่อสารในงานอุตสาหกรรมด้วยโพรโทคอล Modbus.” ทีมระบบไซเบอร์-กายภาพ (CPS) หน่วยทรัพยากรด้านการคำนวณและไซเบอร์-กายภาพ (NCCPI). 2563.

[11] รีเวอร์พลัส. “SCADA System.” [Online]. Available : https://www.riverplus.com/scada-system/ (สืบค้นเมื่อ 1 เมษายน, 2564)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

[12] สมาคมบรรจุภัณฑ์ไทย. “มาทบทวนการใช้บาร์โค้ดกันเถอะ.” [Online]. Available : https://www.thaipack.or.th/post/length/ (สืบค้นเมื่อ 9 ธันวาคม, 2563)

[13] ธนาคารแห่งประเทศไทย. “แนวนโยบายการใช้มาตรฐาน Thai QR Code ในธุรกรรมการชำระเงิน.” [Online]. Available : https://www.bot.or.th/Thai/FIPCS/Documents/FPG/2562/ThaiPDF/25620084.pdf (สืบค้นเมื่อ 9 ธันวาคม, 2563)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก 1

คำสั่งสำหรับสั่งต้นแบบให้รับข้อมูลและส่งข้อมูลแบบไร้สาย

```
#include<Wire.h>
#include<ESP8266WiFi.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Bounce2.h>
SoftwareSerial NodeSerial(D2,D3);
int currentButtonState1 = LOW;
int previousButtonState1 = LOW;
int currentButtonState2 = LOW;
int previousButtonState2 = LOW;
bool isLedOn1 = false;
bool isLedOn2 = false;
int led1 = D0;
int led2 = D1;
int buttonPin1 = D5;
int buttonPin2 = D6;
int buttonState1 = 0;
int buttonState2 = 0;
int analogPin = 0;
int val = 0;
String code2;
int x = 0;
int r = 1;
int i ;
int num;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
void setup()
```

```
 {
  Serial.begin(9600);
  NodeSerial.begin(9600);
  pinMode(led1, OUTPUT);
  pinMode(buttonPin1, INPUT);
  digitalWrite(led1, LOW);
  pinMode(led2, OUTPUT);
  pinMode(buttonPin2, INPUT);
  digitalWrite(led2, LOW);
  Serial.println("CLEARDATA");
  Serial.println("LABEL,CLOCK,BARCODE");
}

void loop()
{
  currentButtonState1 = digitalRead(buttonPin1);
  currentButtonState2 = digitalRead(buttonPin2);
  val = analogRead(analogPin);
  Serial.println(val);
  if ((currentButtonState1 != previousButtonState1) && previousButtonState1 == HIGH)
  {
    isLedOn1 = !isLedOn1;
    digitalWrite(previousButtonState2, LOW);
    digitalWrite(currentButtonState2, LOW);
    digitalWrite(led1, HIGH);
    digitalWrite(led2, LOW);
    autoMode();
  }
  previousButtonState1 = currentButtonState1;
  delay(100);
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
  if ((currentButtonState2 != previousButtonState2) && previousButtonState2 == HIGH)
  {
    isLedOn2 = !isLedOn2;
    digitalWrite(previousButtonState1, LOW);
    digitalWrite(currentButtonState1, LOW);
    digitalWrite(led2, HIGH);
    digitalWrite(led1, LOW);
    NodeSerial.write("~MA5F01B2c.");
    delay(100);
  }
  previousButtonState2 = currentButtonState2;
  if (digitalRead(led2) ==HIGH)
  {
   if(val <= 200)
   {
      NodeSerial.write("~M00910001."); //โค้ดเปิดsetting
      delay(1000);
      NodeSerial.write("~M00210001."); //โค้ดเปิดโหมดออโต้
      delay(1000);
      NodeSerial.write("~M00910000."); //โค้ดปิดsetting
      delay (100);
      sendexcle();
      delay(10000);
      NodeSerial.write("~MA5F01B2c.");
    }
  }
sendexcle();
}

void autoMode()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
{
    NodeSerial.write("~M00910001."); //โค้ดเปิดsetting
    delay(3000);
    NodeSerial.write("~M00210001."); //โค้ดเปิดโหมดออโต้
    delay(3000);
    NodeSerial.write("~M00910000."); //โค้ดปิดsetting
}

void sendexcle()
{
  if(NodeSerial.available())
  {
    code2 = NodeSerial.readString();
    Serial.print("DATA,TIME");
    Serial.print(",");
    Serial.println(code2);
  }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก 2

คำสั่งสำหรับสั่งต้นแบบให้รับข้อมูลและส่งข้อมูลแบบไร้สาย

```
#include<Wire.h>
#include<ESP8266WiFi.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Bounce2.h>
#include <ModbusSlaveTCP.h>
#define SLAVE_ID 1
ModbusTCP slave(SLAVE_ID);
SoftwareSerial NodeSerial(D2,D3);
int currentButtonState1 = LOW;
int previousButtonState1 = LOW;
int currentButtonState2 = LOW;
int previousButtonState2 = LOW;
bool isLedOn1 = false;
bool isLedOn2 = false;
int led1 = D0;
int led2 = D1;
int buttonPin1 = D5;
int buttonPin2 = D6;
int buttonState1 = 0;
int buttonState2 = 0;
int analogPin = 0;
int val = 0;
int code[20];
char code1[20];
int x = 0;
int r = 1;
const char* ssid = "AndroidAPC657";
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
const char* pass = "biwd9184";
int i ;
int num;
int detect = 0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  NodeSerial.begin(9600);
  pinMode(led1, OUTPUT);
  pinMode(buttonPin1, INPUT);
  digitalWrite(led1, LOW);
  pinMode(led2, OUTPUT);
  pinMode(buttonPin2, INPUT);
  digitalWrite(led2, LOW);
  Serial.print("Connecting to ");
  Serial.println(ssid);
  WiFi.begin(ssid, pass);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
  {
      delay(500);
      Serial.print(".");
  }
    slave.cbVector[CB_READ_REGISTERS] = readAnalogIn;
    slave.begin();
    Serial.println("");
    Serial.print("Modbus ready, listen on ");
    Serial.print(WiFi.localIP());
    Serial.println(" : 502");
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
void loop()
{
  currentButtonState1 = digitalRead(buttonPin1);
  currentButtonState2 = digitalRead(buttonPin2);
  val = analogRead(analogPin);
  if(val<= 200)
  {
    detect = 1;
  }
  if ((currentButtonState1 != previousButtonState1) && previousButtonState1 == HIGH)
  {
    isLedOn1 = !isLedOn1;
    digitalWrite(previousButtonState2, LOW);
    digitalWrite(currentButtonState2, LOW);
    digitalWrite(led1, HIGH);
    digitalWrite(led2, LOW);
    autoMode();
  }
  previousButtonState1 = currentButtonState1;
  delay(100);
  if ((currentButtonState2 != previousButtonState2) && previousButtonState2 == HIGH)
  {
    isLedOn2 = !isLedOn2;
    digitalWrite(previousButtonState1, LOW);
    digitalWrite(currentButtonState1, LOW);
    digitalWrite(led2, HIGH);
    digitalWrite(led1, LOW);
    NodeSerial.write("~MA5F01B2c.");
    delay(100);
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
  }
  previousButtonState2 = currentButtonState2;
  if (digitalRead(led2) ==HIGH && detect ==1 )
  {
      NodeSerial.write("~M00910001."); //โค้ดเปิดsetting
      delay(1000);
      NodeSerial.write("~M00210001."); //โค้ดเปิดโหมดออโต้
      delay(1000);
      NodeSerial.write("~M00910000."); //โค้ดปิดsetting
      delay(5000);
      NodeSerial.write("~MA5F01B2c.");
      readAnalogIn(04, 1, 1);
      slave.poll();
      detect = 0;
  }
readAnalogIn(04, 1, 1);
slave.poll();
}

void autoMode()
{
    NodeSerial.write("~M00910001."); //โค้ดเปิดsetting
    delay(3000);
    NodeSerial.write("~M00210001."); //โค้ดเปิดโหมดออโต้
    delay(3000);
    NodeSerial.write("~M00910000."); //โค้ดปิดsetting
}

void readAnalogIn(uint8_t fc, uint16_t address, uint16_t length)
{
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
for (int i = 1; i < length; i++)
{
  if(NodeSerial.available())
  {
    code[i] = NodeSerial.read();
    slave.writeRegisterToBuffer(i,code[i]);
  }
  else
  {
    slave.writeRegisterToBuffer(i,0);}
   } }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.